



**Pasantía enfocada en la instalación de redes sanitarias, redes  
hidráulicas y redes contra incendio en el proyecto Consulta Externa  
del Hospital San Rafael de Facatativá**

Jhon Frederick Moreno Arias

Universidad Antonio Nariño  
Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental  
Bogotá D.C., Colombia  
2020

**Pasantía enfocada en la instalación de redes sanitarias, redes  
hidráulicas y redes contra incendio en el proyecto Consulta Externa  
del Hospital San Rafael de Facatativá**

Jhon Frederick Moreno Arias

Proyecto de grado en la modalidad de pasantía, presentado como requisito para  
optar por el título de:

Ingeniero Civil

Director (a):  
Alexandra Morales  
Ingeniera Civil

Universidad Antonio Nariño  
Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental  
Bogotá D.C., Colombia  
2020

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

## Dedicatoria

Principalmente quiero dedicar este logro a Dios, porque es quien me ha brindado la sabiduría, fortaleza, paciencia y perseverancia para poder llegar a este importante momento de mi vida personal y profesional.

A mis padres, Idalid Arias y Julio moreno, y mi hermana Laura Moreno; quienes día a día han sido una motivación y apoyo incondicional en cada momento de mi vida, y que sin ellos, no hubiese podido alcanzar un logro más de tantos que tengo planteados desarrollar a lo largo de mi vida.

Finalmente, a todas aquellas personas que me colaboraron y brindaron su apoyo, que de una u otra forma aportaron en mi formación tanto académica como personal para poder llegar a ser un profesional con los mejores valores.

## Agradecimientos

Quiero dar mi más grande y sincero agradecimiento a mis padres Idalid Arias y Julio Moreno, por haberme brindado la oportunidad de darme un estudio y ofrecer todo su apoyo, comprensión, amor y confianza en todo momento siendo mi más grande pilar para poder alcanzar este logro tan valioso en mi vida.

De igual forma agradezco a toda mi familia por siempre estar presentes en los momentos cuando más los necesito y depositar toda su fe y confianza en mí en el transcurso de mi carrera profesional. A mi pareja y compañeros, los cuales me han aportado buenas enseñanzas, apoyo, y conocimiento para enfrentar cualquier adversidad para salir adelante.

A mi directora de proyecto de grado, Alexandra Morales, un especial reconocimiento y gratitud, ya que fue quien me guio y apoyó durante el desarrollo de este proyecto, ofreciendo su conocimiento y determinación incondicional para obtener un resultado satisfactorio.

En última instancia, y no menos importante, una especial gratitud a la empresa Hidrosanitarias DJ S.A.S. por haberme dado la oportunidad de realizar mi pasantía y poner en práctica los conocimientos adquiridos durante mi formación académica.

¡A todos ellos, muchas gracias!

*“Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado. Un esfuerzo total es una victoria completa.”  
(Mahatma Gandhi)*

## Tabla de Contenido

1.	Resumen.....	11
2.	Introducción .....	13
3.	Objetivos.....	14
3.1.	Objetivo General.....	14
3.2.	Objetivos Específicos.....	14
4.	Planteamiento del Problema .....	15
5.	Presentación de la Empresa .....	16
5.1.	Hidrosanitarias DJ S.A.S. ....	16
5.1.1.	Misión .....	16
5.1.2.	Visión.....	17
5.1.3.	Política de Calidad .....	17
5.1.4.	Servicios Ofrecidos.....	17
6.	Marco Conceptual.....	19
6.1.	Sistema de Desagüe .....	19
6.1.1.	Clasificación de los Desagües.....	20
6.1.2.	Tipología del Sistema de Desagüe.....	21
6.1.3.	Materiales.....	22
6.1.4.	Normas.....	25
6.1.5.	Pendiente de la Tubería.....	25
6.1.6.	Simbología Gráfica .....	26
6.1.7.	Diagrama en Planta de un Sistema de Desagüe .....	27
6.1.8.	Componentes de un Sistema de Desagüe.....	27
6.1.9.	Pruebas en el Sistema de Desagüe .....	31
6.2.	Sistema de Ventilación .....	33
6.2.1.	Tipos de ventilación.....	33
6.3.	Sistema de Suministro de Agua Potable .....	35
6.3.1.	Suministro de Agua Fría.....	36
6.3.2.	Suministro de Agua Caliente .....	39
6.3.3.	Materiales.....	40
6.3.4.	Relación Diámetro – Espesor (RDE).....	41
6.3.5.	Normas.....	42
6.3.6.	Simbología Gráfica .....	43
6.3.7.	Diagrama en Planta de un Sistema de Suministro de Agua Potable.....	43
6.3.8.	Componentes de un Sistema de Suministro de Agua Potable .....	44
6.3.9.	Pruebas Hidrostáticas.....	46
6.3.10.	Aparatos Sanitarios .....	46
6.4.	Sistema de Protección Contra Incendio .....	48
6.4.1.	Clasificación de Edificaciones.....	48
6.4.2.	Clasificación de Sistemas de Protección.....	49
6.4.3.	Materiales.....	50
6.4.4.	Accesorios.....	51
6.4.5.	Válvulas .....	52
6.4.6.	Rociadores Automáticos .....	52
6.4.7.	Gabinetes Contra Incendio.....	53

6.4.8.	Normas.....	54
6.4.9.	Pruebas Hidrostáticas.....	54
7.	Marco de Antecedentes.....	55
7.1.	Localización del Proyecto.....	55
7.2.	Descripción del Proyecto.....	55
7.3.	Aspectos Generales del Proyecto.....	56
8.	Metodología para el Desarrollo de la Pasantía.....	57
8.1.	Recolección de Información e Identificación de Falencias.....	57
8.2.	Implementación de Acciones de Mejora.....	58
8.3.	Análisis de Resultados.....	59
9.	Resultados del Desarrollo de la Pasantía.....	60
9.1.	Actividades en Campo.....	60
9.1.1.	Lectura e Interpretación de Planos.....	60
9.1.2.	Supervisión Técnica de Avances de Obra.....	61
9.2.	Actividades Administrativas.....	76
9.2.1.	Elaboración de Cortes de Obra.....	76
9.2.2.	Control de Herramienta Menor y Maquinaria.....	77
9.2.3.	Control Inventario de Material.....	77
9.3.	Actividades Administrativas Durante Cuarentena.....	77
9.3.1.	Implementación de Formatos.....	78
10.	Conclusiones.....	79
11.	Recomendaciones.....	81
12.	Referencias Bibliográficas.....	83
ANEXOS.....		87
Anexo 1. Plano Planta Primer Piso.....		88
Anexo 2. Inventario de Material.....		89
Anexo 3. Acta Corte de Obra.....		91
Anexo 4. Formato Control de Herramienta Menor y Maquinaria.....		92
Anexo 5. Formato Control Inventario de Material.....		93
Anexo 6. Formato Reporte de Pruebas Hidrostáticas.....		94
Anexo 7. Formato Reporte de Pruebas de Estanqueidad en Sistemas Sanitarios.....		95
Anexo 8. Formato Reporte de Pruebas de Flujo en Sistemas Sanitarios.....		96
Anexo 9. Formato Reporte de Asistencia de Personal en Obra.....		97
Anexo 10. Formato Desprendible de Pago Nomina.....		98
Anexo 11. Formato Entrega de Dotación y EPP.....		99

**Lista de tablas**

Tabla 1. Clasificación de RDE en Tubería PVC Presión.....	42
---	----

## Lista de figuras

Figura 1. Diagrama Red Separativa .....	21
Figura 2. Diagrama Red Seudoseparativa o Mixta .....	22
Figura 3. Tubería y Accesorios de Hierro Fundido .....	23
Figura 4. Tubería de PVC Sanitaria.....	14
Figura 5. Tubería de PVC Ventilación .....	24
Figura 6. Accesorios de PVC Sanitaria.....	24
Figura 7. Limpiador y Soldadura PVC .....	25
Figura 8. Ejemplo de Pendiente en Tubería.....	26
Figura 9. Símbolos Gráficos de un Sistema de Desagüe .....	26
Figura 10. Plano en Planta de un Sistema de Desagüe en un Baño .....	27
Figura 11. Ramales Horizontales de un Sistema de Desagüe.....	28
Figura 12. Bajante de un Sistema de Desagüe.....	29
Figura 13. Acometida de un Sistema de Desagüe.....	30
Figura 14. Caja de Inspección.....	30
Figura 15. Diagrama de un Sifón.....	21
Figura 16. Sello Hidráulico de un Sifón .....	31
Figura 17. Prueba de Estanqueidad.....	32
Figura 18. Ventilación Primaria.....	33
Figura 19. Ventilación Secundaria.....	34
Figura 20. Diagrama General de un Sistema de Ventilación.....	35
Figura 21. Sistema Directo Agua Fría .....	37
Figura 22. Sistema Indirecto con Tanque Elevado .....	37
Figura 23. Sistema Indirecto con Cisterna y Equipo de Bombeo.....	38
Figura 24. Sistema Indirecto con Cisterna, Equipo de Bombeo y Tanque Elevado.....	39
Figura 25. Tubería PVCP Agua Fría.....	40
Figura 26. Tubería CPVC Agua Caliente .....	41
Figura 27. Accesorios PVC Presión.....	41
Figura 28. Símbolos Gráficos de un Sistema de Suministro de Agua Potable .....	43
Figura 29. Diagrama en Planta de un Sistema de Distribución de Agua Potable.....	44
Figura 30. Acometida de Agua Potable .....	45
Figura 31. Medidor de Agua Potable.....	45
Figura 32. Válvulas de Bronce para Agua Potable .....	46
Figura 33. Diagrama de un Lavamanos .....	47
Figura 34. Diagrama de un Sanitario .....	47
Figura 35. Diagrama de un Lavaplatos .....	48
Figura 36. Tubería PVC C-900.....	51
Figura 37. Acero al Carbón.....	51
Figura 38. Accesorios Acero al Carbón.....	42
Figura 39. Accesorios PVC C-900.....	52
Figura 40. Válvulas del Sistema Contra Incendio .....	52
Figura 41. Rociadores Automáticos o Sprinklers .....	53
Figura 42. Gabinete Tipo III .....	53
Figura 43. Localización del Proyecto .....	55
Figura 44. Plano del Sistema Sanitario Primer Piso .....	61

Figura 45. Instalación Red Sanitaria de Segundo Piso .....	62
Figura 46. Instalación de Red Pluvial en Viga Canal .....	63
Figura 47. Prueba de Estanqueidad en Red Sanitaria Segundo Piso .....	63
Figura 48. Prueba de Flujo en Red Sanitaria Primer Piso.....	64
Figura 49. Instalación de Media Cañas en Cajas de Inspección .....	65
Figura 50. Inventario de Material en Almacén .....	65
Figura 51. Instalación de Red Interna de Suministro de Agua Potable .....	66
Figura 52. Prueba Hidrostática en Sistema de Suministro de Agua Potable .....	67
Figura 53. Ruptura de un Tramo de Tubo Durante Pruebas Hidrostáticas .....	68
Figura 54. Instalación de Centro de Medición de Agua Potable .....	68
Figura 55. Acometida de Conexión al Centro de Medición de Agua Potable.....	69
Figura 56. Instalación del Sistema de Protección Contra Incendio .....	70
Figura 57. Instalación de Estación de Control o Riser.....	71
Figura 58. Elaboración de Ranuras y Roscas en la Tubería .....	72
Figura 59. Prueba Hidrostática en Sistema de Protección Contra Incendio .....	72
Figura 60. Excavación para Acometida.....	63
Figura 61. Tendido de Tubería C-900.....	73
Figura 62. Instalación de Bloques de Inercia.....	64
Figura 63. Señalización de Tubería.....	74
Figura 64. Conexión de Tubería C-900 con Red Interna del Edificio .....	75
Figura 65. Conexión de Red Nueva con Red Existente del Hospital .....	75
Figura 66. Instalación de Gabinetes Tipo III .....	76

## 1. Resumen

La empresa Hidrosanitarias DJ S.A.S., radicada en el municipio de Funza en el departamento de Cundinamarca, se especializa en el diseño, consultoría y ejecución de proyectos de ingeniería en el área de redes sanitarias, redes hidráulicas, redes de gas y sistemas de protección contra incendio. Actualmente, Hidrosanitarias DJ S.A.S. se encuentra ejecutando el proyecto “Consulta Externa del Hospital San Rafael de Facatativá” en donde la empresa se encarga de la instalación de las redes sanitarias, redes hidráulicas y redes contra incendio de las dos plantas del proyecto.

Para la correcta ejecución del proyecto en estas áreas, se requiere del apoyo técnico y administrativo del estudiante Jhon Frederick Moreno Arias para el cargo de auxiliar de ingeniería, el cual será el encargado de realizar actividades que aporten y complementen los procesos constructivos de la empresa y del proyecto para así fortalecer la gestión técnica y administrativa de la compañía; a su vez, el pasante reforzará los conocimientos adquiridos durante su proceso de formación académica y desarrollará habilidades para desenvolverse en la ejecución de las actividades de ingeniería dentro del proyecto.

## **Abstract**

The company Hidrosanitarias DJ S.A.S., located in the municipality of Funza in the department of Cundinamarca, specializes in the design, consulting and execution of engineering projects in the area of sanitary networks, hydraulic networks, gas networks, and fire protection systems. Currently, Hidrosanitarias DJ S.A.S. is being executed the project “Consulta Externa del Hospital San Rafael de Facatativá” where the company is responsible for the installation of the sanitary networks, hydraulic networks and fire networks of the two plants of the project.

For the correct execution of the project in these areas, the technical and administrative support of the student Jhon Frederick Moreno Arias is required for the position of engineering assistant, who will be in charge of carrying out activities that contribute and complement the construction processes of the company and the project to strengthen the technical and administrative management of the company; in turn, the intern will reinforce the knowledge acquired during his training process and develop skills to perform in the execution of engineering activities within the project.

## 2. Introducción

Hidrosanitarias DJ S.A.S es una empresa de ingeniería sanitaria e hidráulica con trayectoria en el sector construcción a nivel nacional, la cual se especializa en el diseño, consultoría e instalación de redes sanitarias, redes de suministro de agua potable, redes de gas y redes contra incendio; en donde el estudiante Jhon Moreno, realizó su pasantía como requisito indispensable para optar por el título de ingeniero civil desempeñando el cargo de auxiliar de ingeniería.

El pasante ejecutó actividades de apoyo técnico y administrativo al ingeniero residente durante la instalación de las redes sanitarias, redes de suministro y contra incendio del proyecto Consulta Externa del Hospital San Rafael de Facatativá; donde realizó labores tales como asistencia en la supervisión de instalación de los distintos sistemas hidráulicos de acuerdo a las especificaciones técnicas establecidas en el diseño aprobado por la constructora e interventoría, realización de cortes de obra, supervisión de avances diarios y control de herramienta menor, maquinaria y materiales de obra requeridos para una ejecución correcta de las actividades programadas.

El objetivo principal del desarrollo de la pasantía, es fomentar en el estudiante el desenvolvimiento de competencias y habilidades para la correcta y oportuna toma de decisiones en las distintas situaciones que se presentan a diario en un proyecto de obra civil, de igual forma llevar a la práctica los conocimientos obtenidos durante su proceso de formación profesional e incentivar la investigación, actualización y comunicación asertiva de nuevos procesos constructivos en el área en el que se desenvuelve.

### **3. Objetivos**

#### **3.1. Objetivo General**

Apoyar al ingeniero residente durante la ejecución de actividades técnicas y administrativas en el proyecto de la empresa Hidrosanitarias DJ S.A.S., poniendo en práctica los conocimientos adquiridos durante el proceso de formación académica.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

- ✓ Inspeccionar la instalación de los distintos sistemas hidráulicos del proyecto de acuerdo a las especificaciones técnicas establecidas en el diseño aprobado.
- ✓ Ayudar al ingeniero residente en las actividades técnicas y administrativas del proyecto.
- ✓ Realizar cortes de obra de acuerdo a los avances del proyecto.
- ✓ Supervisar avances diarios de obra.
- ✓ Llevar el control de herramienta menor, maquinaria y material necesario para la correcta ejecución del proyecto.
- ✓ Aplicar los conocimientos obtenidos durante la formación profesional para así aportar soluciones a problemáticas que se puedan presentar.
- ✓ Asistir de forma oportuna y asertiva al ingeniero residente en la toma de decisiones frente a las distintas situaciones que se puedan presentar en obra.

#### **4. Planteamiento del Problema**

La empresa Hidrosanitarias DJ S.A.S., la cual se encuentra ejecutando la instalación de redes sanitarias, hidráulicas y contra incendio en el proyecto Consulta Externa del Hospital San Rafael de Facatativá, presenta varias falencias en cuanto a su desarrollo y control administrativo; ya que durante la realización de la pasantía del estudiante Jhon Moreno, se identificó que la empresa no cuenta con un debido control de herramienta menor y maquinaria que el personal operativo utiliza a diario en la obra; de igual forma no cuenta con un control del inventario de material que se utiliza para la correcta instalación de las redes sanitarias, redes hidráulicas y redes contra incendio; tampoco se evidenció que la empresa contara con formatos para el registro de las actividades de entrega a la constructora e interventoría tales como pruebas hidrostáticas, pruebas de flujo y pruebas de estanqueidad.

Por tal motivo, el pasante Jhon Moreno como apoyo del ingeniero residente, contribuye con el mejoramiento de dichas falencias dentro de la empresa para lograr mejores resultados en la operación técnica y administrativa del proyecto aumentando la eficiencia de las actividades laborales y la gestión de calidad.

## 5. Presentación de la Empresa

### 5.1. Hidrosanitarias DJ S.A.S.

Hidrosanitarias DJ S.A.S. fue constituida el 15 de enero de 2019 en la Cámara de Comercio de Facatativá bajo la actividad económica principal No. 4322 “Instalaciones de fontanería, calefacción y aire acondicionado” y la actividad económica secundaria No. 4111 “Construcción de edificios residenciales” inscritos en el RUT (Registro Único Tributario), con NIT (Número de Identificación Tributaria) 901.245.060-2; para la prestación y suministro de servicios profesionales que responde a las necesidades de aquellos sectores de la construcción que desean un adecuado asesoramiento para el análisis y desarrollo de estudios sanitarios, hidráulicos, de gas y contra incendio; convirtiéndose así en una herramienta versátil y eficaz para la ejecución de proyectos de ingeniería. (Dian, 2020)

La empresa cuenta con la participación de profesionales y técnicos altamente capacitados para brindarles un servicio de alta calidad especializado en el diseño, consultoría y construcción de redes sanitarias, redes hidráulicas, redes de gas y sistemas contra incendio. Actualmente la empresa no se encuentra inscrita en el registro único de proponentes (RUP) el cual le concede concursar en licitaciones y ejecutar contratos con entidades estatales. (Hidrosanitarias, 2019; Rues, 2020)

#### 5.1.1. Misión

La empresa se encarga de la planeación, organización, dirección y ejecución de proyectos de ingeniería sanitaria e hidráulica ofreciendo calidad, cumplimiento y seguridad a sus clientes. Adicional se generan espacios para que los integrantes de su equipo de trabajo proyecten y desarrollen sus distintas habilidades en cada uno de los departamentos de la empresa,

incentivando una condición organizacional de compromiso y cumplimiento. (Hidrosanitarias, 2019)

### **5.1.2. *Visión***

Hidrosanitarias DJ S.A.S. busca ser un nuevo concepto en el sector de la ingeniería, consultoría y ejecución de instalaciones sanitarias que pretende ofrecer grandes soluciones para el diseño y construcción de proyectos empresariales, de vivienda o institucionales; buscando implementar nuevas y mejores técnicas constructivas para llevar a cabo una correcta y oportuna ejecución de cada uno de los proyectos. La empresa espera ser una compañía reconocida a nivel nacional con proyección internacional generando un continuo mejoramiento técnico y administrativo. (Hidrosanitarias, 2019)

### **5.1.3. *Política de Calidad***

Es política fundamental de Hidrosanitarias DJ S.A.S. ser una empresa reconocida por la alta calidad en el diseño y construcción de redes sanitarias, redes contra incendio, redes de gas, redes de acueducto y alcantarillado; apoyados en el mejoramiento de los procesos empresariales para ser una organización rentable. La calidad de todos los proyectos de ingeniería y diseños se evalúan con criterios tales como: entregas oportunas, compromiso, eficiencia y precios competitivos según los términos establecidos antes, durante y después de la ejecución de los proyectos. (Hidrosanitarias, 2019)

### **5.1.4. *Servicios Ofrecidos***

Hidrosanitarias DJ S.A.S. proporciona servicios profesionales especializados en asesorías, consultorías y procesos constructivos en el área de ingeniería sanitaria e hidráulica; lo cual le permite solucionar inconvenientes en los sectores de ingeniería básica e ingeniería de detalle de los siguientes sistemas: (Hidrosanitarias, 2019)

- ✓ Acueductos y alcantarillados.
- ✓ Plantas de tratamiento de aguas residuales y agua potable.
- ✓ Instalaciones hidráulicas y sanitarias para edificios residenciales e industriales.
- ✓ Sistemas de extinción de incendio con hidrantes, rociadores y agua pulverizada.
- ✓ Instalaciones industriales de vapor, agua, gas y aire.
- ✓ Sistemas de gas GLP y natural para uso residencial e industrial.

## 6. Marco Conceptual

### 6.1. Sistema de Desagüe

Un sistema de desagüe de redes sanitarias son todos aquellos conductos, accesorios y estructuras que se encargan de conducir y evacuar las aguas residuales o aguas servidas que se generan en una edificación producto de los sanitarios, lavamanos, lavaplatos, y cualquier otro aparato sanitario que se encuentre en funcionamiento en el inmueble, llevándolas al colector principal de la red de alcantarillado de la zona. (Pérez Carmona, 2019)

En este sistema, al igual que en el sistema de ventilación, se utilizan distintos tipos de tubería; pero el más usado actualmente es tubería y accesorios de policloruro de vinilo rígido o como se conoce comúnmente PVC, las cuales se identifican por ser de color amarillo para sistemas sanitarios y de color naranja para sistemas de ventilación. Dicha tubería y accesorios son elaborados con los más altos estándares de calidad según lo rigen las normas técnicas colombianas vigentes; por lo tanto, cuentan con características esenciales para su correcto funcionamiento e instalación en la edificación. (Pavco Wavin, 2020a)

El diseño de un sistema de desagüe en toda edificación, debe facilitar la evacuación de las aguas residuales hacia la red de alcantarillado de la zona de una forma segura y rápida para evitar cualquier tipo de contaminación producto de los desechos que se eliminan por el sistema y el retorno de gases o malos olores a través de los aparatos sanitarios. El correcto funcionamiento de este sistema se obtiene seleccionando los materiales y dimensiones adecuadas con una pendiente apropiada, disponiendo de cajas de inspección para realizar mantenimiento a la red o desatorar posibles obstrucciones que se encuentren en ella. (Mariani, 2008)

### **6.1.1. Clasificación de los Desagües**

Dentro de un sistema de desagües, se pueden clasificar en cuatro grandes grupos como se mencionan a continuación:

**6.1.1.1. Sanitario:** Este tipo de desagüe es el encargado de evacuar todas las aguas que son producto de las actividades fisiológicas de los seres humanos, residuos líquidos en general y cualquier otro desperdicio que se pueda eliminar por este sistema. Dentro de este tipo de desagüe, se pueden incluir tres sub tipos de aguas residuales: (Pérez Carmona, 2010)

- ✓ **Aguas Negras (AN):** Son todas aquellas aguas residuales provenientes de los sanitarios y mingitorios u orinales.
- ✓ **Aguas Grises (AG):** Son todas aquellas aguas residuales que provienen de vertederos, lavaplatos y pocetas.
- ✓ **Aguas Jabonosas (AJ):** Son todas aquellas aguas residuales que provienen de lavamanos, duchas, tinas, lavadoras y lavaderos.

**6.1.1.2. Pluvial:** Es el encargado de recibir, conducir y evacuar las aguas lluvias, las cuales provienen de la precipitación de un determinado lugar o escorrentía superficial de la zona. (Pérez Carmona, 2010)

**6.1.1.3. Combinado:** Este tipo de desagüe recibe las dos clasificaciones mencionadas anteriormente: las aguas residuales como aguas negras, aguas grises y aguas jabonosas; y también las aguas pluviales de una zona. (Pérez Carmona, 2015)

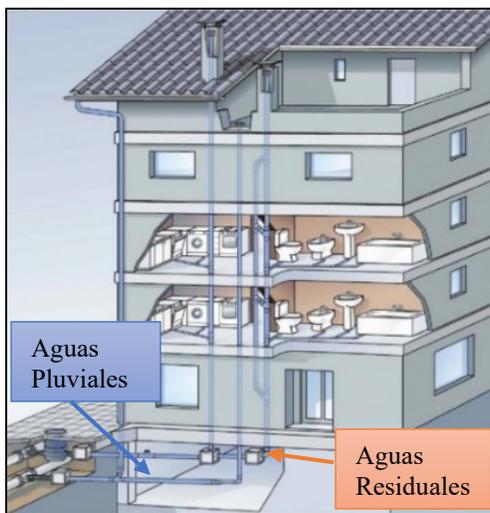
**6.1.1.4. Industrial:** Recibe todas las aguas provenientes de las pequeñas, medianas y grandes industrias; que muchas veces vienen contaminadas con químicos debido a la naturaleza de su uso. Dichas aguas deben de disponerse y descargarse en un colector

y sistema de desagüe diferente del sistema sanitario para poder realizarle un debido tratamiento y así evitar la contaminación en la naturaleza. (Pérez Carmona, 2015)

### 6.1.2. Tipología del Sistema de Desagüe

La conducción y evacuación de las aguas residuales y aguas pluviales que se generan en una edificación, se pueden clasificar en dos tipologías principalmente:

**6.1.2.1. Red Separativa:** En este tipo de sistema se debe destinar la construcción de dos redes completamente distintas o por separado: una para las aguas residuales y otra para las aguas pluviales. Se debe contemplar en cada una de las redes, la instalación y construcción por separado de bajantes, cajas de inspección, colectores y acometidas tal como se evidencia en la **Figura 1**. (Soriano Rull & Pancorbo Floristán, 2012)

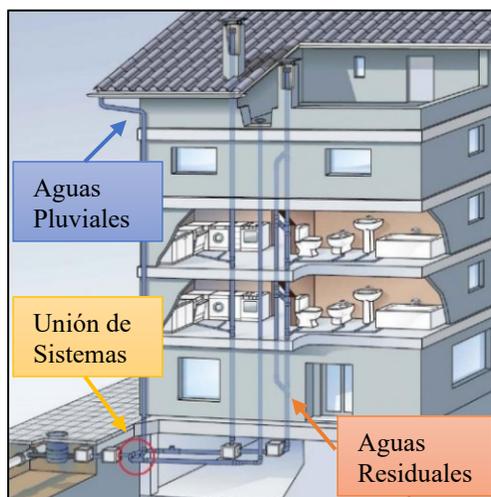


**Figura 1. Diagrama Red Separativa**

Fuente: (Soriano Rull & Pancorbo Floristán, 2012)

**6.1.2.2. Red Seudoseparativa, Mixta o Combinada:** En la **Figura 2** se evidencia que este sistema se caracteriza por contar con bajantes, cajas de inspección y estructuras diferentes tanto para aguas residuales como para aguas pluviales; sin embargo, ambos sistemas confluirán en un solo colector principal antes de llegar a su vertimiento en la

red de alcantarillado de la zona. Este tipo de sistema se utiliza principalmente en las zonas en las cuales no se cuenta con las estructuras y acometidas de la red de alcantarillado principal de forma separada. (Soriano Rull & Pancorbo Floristán, 2012)



**Figura 2. Diagrama Red Seudoseparativa o Mixta**

Fuente: (Soriano Rull & Pancorbo Floristán, 2012)

### 6.1.3. Materiales

La tubería y accesorios que se emplean en los sistemas de desagüe y sistemas de ventilación, deben cumplir las especificaciones técnicas establecidas en las normas vigentes de cada material para su correcto funcionamiento, siguiendo las recomendaciones del fabricante y los diseños de construcción. Tanto la tubería como los accesorios deben ser de pared interna lisa para facilitar la evacuación de las aguas residuales, ser compatibles entre sí y mantener la misma pendiente de la tubería en cada trayecto de la red. (Icontec, 2004; Ortiz B., 2014)

**6.1.3.1. Tubería:** Son conductos de forma circular que se encargan de transportar las aguas residuales y cuyo diámetro se establece por medio del cálculo hidráulico de dicho sistema. En la instalación de un sistema de desagüe o un sistema de ventilación, se utilizan distintos tipos de tubería; aunque unos son más utilizados que otros debido a

sus propiedades y especificaciones técnicas. A continuación de enuncian algunos tipos de tubería que se manejan en la actualidad como lo son de PVC y otros que aún se ven en edificaciones antiguas como lo son de hierro fundido pero que siguen siendo funcionales. (Castillo Anselmi, 2016)

- ✓ **Hierro Fundido (HF):** Este tipo de material se caracteriza por ser una aleación entre el carbono y el silicio, convirtiéndolo en un material resistente a la corrosión. Sin embargo puede ser frágil para cierto tipo de aplicaciones y su soldadura requiere de una técnica especial quedando confinada a reparaciones (**Figura 3**). (Eduardo, 2020)



**Figura 3. Tubería y Accesorios de Hierro Fundido**

Fuente: (Urzua, 2012)

- ✓ **Policloruro de Vinilo (PVC):** Este material es el más utilizado en la actualidad principalmente para la construcción de sistemas de desagüe de aguas residuales y aguas pluviales (**Figura 4**) y sistemas de ventilación (**Figura 5**); altamente resistente y de alta durabilidad. Es adecuado utilizarlo en sistemas donde no se trabajen presiones dentro de la red para su respectiva evacuación. Se caracteriza por ser un material económico y fácil de instalar. (Gerfor, 2020a; Pavco Wavin, 2020c)



**Figura 4. Tubería de PVC Sanitaria**

Fuente: (Gerfor, 2020b)



**Figura 5. Tubería de PVC Ventilación**

Fuente: (Gerfor, 2020b)

**6.1.3.2. Accesorios:** Los accesorios que se ilustran en la **Figura 6**, son los elementos encargados de unir las tuberías y permitir los cambios de dirección de los colectores o ramales horizontales y las respectivas derivaciones en los mismos. Algunos de los accesorios más comunes son: uniones, codos, semi codos, yee, tee, y reducciones o bujes. (Castillo Anselmi, 2016)



**Figura 6. Accesorios de PVC Sanitaria**

Fuente: (MLT Racores, 2020)

**6.1.3.3. Soldadura y Limpiador PVC:** El limpiador de PVC, como se muestra en la **Figura 7**, es un elemento utilizado para limpiar y aislar las superficies de la tubería que se van a soldar con sus respectivos accesorios. El uso de este limpiador, es necesario para que haya mejor adherencia entre la tubería y accesorios que son soldados, minimizando posibles fugas entre las uniones. De igual forma, como le ilustra en la **Figura 7**, la soldadura para tubería y accesorios de PVC, es un elemento esencial al

momento de realizar conexiones en instalaciones sanitarias y de ventilación, ya que proporciona un resistente y fuerte sello hermético. (Pavco Wavin, 2020c)



**Figura 7. Limpiador y Soldadura PVC**

Fuente: (Gerfor, 2020b)

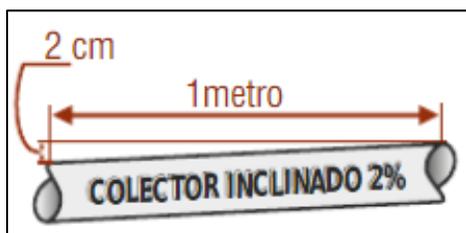
#### **6.1.4. Normas**

La instalación de los sistemas de desagüe de aguas residuales, desagüe de aguas pluviales y sistemas de ventilación se rigen bajo la norma NTC 1500 “*Código Colombiano de Fontanería*”; de igual forma la tubería y accesorios de PVC que se utilizan en estos sistemas, son elaborados con los más altos estándares de calidad según lo rigen las normas técnicas colombianas NTC 1087 “*Tubos de Policloruro de Vinilo (PVC) Rígido para Uso Sanitario, Aguas Lluvias y Ventilación*”, NTC 1341 “*Accesorios de Policloruro de Vinilo (PVC) Rígido para Tubería Sanitaria, Aguas Lluvias y Ventilación*” y NTC 576 “*Cemento Solvente para Sistemas de Tubos Plásticos de Policloruro de Vinilo (PVC)*”; los cuales cuentan con características esenciales para su funcionamiento como la resistencia a corrosión e impacto, durabilidad, facilidad en la instalación y paredes lisas las cuales facilitan el flujo de los desechos evitando taponamientos a lo largo del trayecto del sistema. (Icontec, 2006a, 2006b, 2008; Pavco Wavin, 2020c)

#### **6.1.5. Pendiente de la Tubería**

Toda la tubería sanitaria horizontal en una red de desagüe debe tener una pendiente adecuada para poder garantizar la capacidad de evacuación de la misma, la cual está comprendida en una

velocidad entre 0.60 m/s y 5 m/s. En los casos en que el diámetro del tubo sea menor o igual de 3" la pendiente mínima debe ser de 2%. En la **Figura 8** se expone un ejemplo de una pendiente de 2%, es decir, que por cada metro de tubo lineal debe bajar 0.02 metros (2 centímetros) para cumplir con la correcta fluidez del agua. (Botero B., 2014; Icontec, 2017; Mariani, 2008)



**Figura 8. Ejemplo de Pendiente en Tubería**

Fuente: (Mariani, 2008)

### 6.1.6. Simbología Gráfica

En la **Figura 9**, se puede observar algunos de los símbolos gráficos en 2D y 3D que se manejan en los sistemas de drenaje de aguas residuales, aguas lluvias y sistemas de ventilación; los cuales se plasman en los distintos planos que se utilizan en construcción y que sirven al momento de identificar la dirección del flujo del sistema, accesorios que lo componen y diámetros de la tubería a utilizar. (Mariani, 2008)

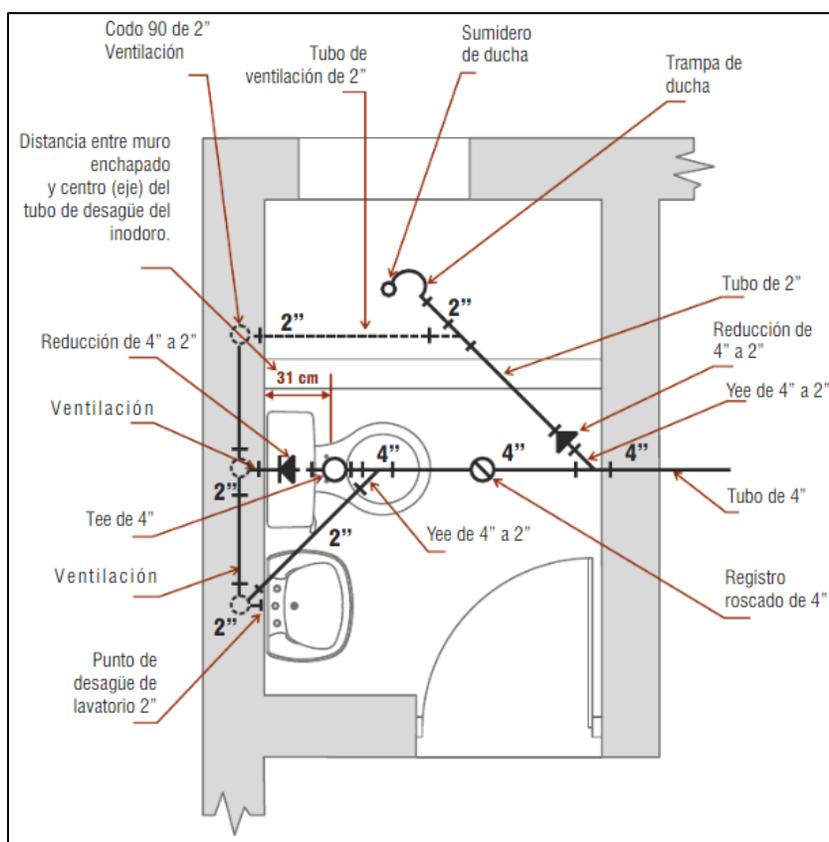
Tubería de desague		Yee doble		Cruz		Terminal de ventilación en el techo	
Tubería de ventilación		Reducción		Tee		Registro roscado en piso	
Codo 45		Sentido del flujo		Tee sanitaria		Sumidero	
Codo 90		Trampa "p"		Tee sanitaria doble		Caja de registro	
Codo 90 con ventilación		Tapón hembra		Yee simple			

**Figura 9. Símbolos Gráficos de un Sistema de Desagüe**

Fuente: (Mariani, 2008)

### 6.1.7. Diagrama en Planta de un Sistema de Desagüe

Con los elementos mencionados anteriormente, se puede evidenciar en la **Figura 10**, un plano en planta de una red de desagüe de aguas residuales de un baño; en el que se puede identificar símbolos generales del sistema, puntos de desagüe de cada uno de los aparatos sanitarios que se encuentran en él, accesorios que sirven para conectar la red y los diámetros de cada una de las tuberías que intervienen y están conectadas entre sí para poder realizar un adecuado drenaje hacia las bajantes y posteriormente a la red de alcantarillado de la zona. (Mariani, 2008)



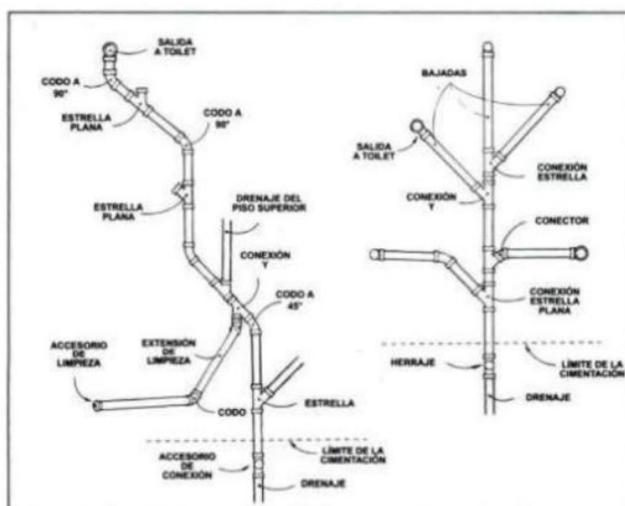
**Figura 10. Plano en Planta de un Sistema de Desagüe en un Baño**

Fuente: (Mariani, 2008)

### 6.1.8. Componentes de un Sistema de Desagüe

Un sistema de desagüe de aguas residuales, está formado por varios componentes los cuales se describen a continuación:

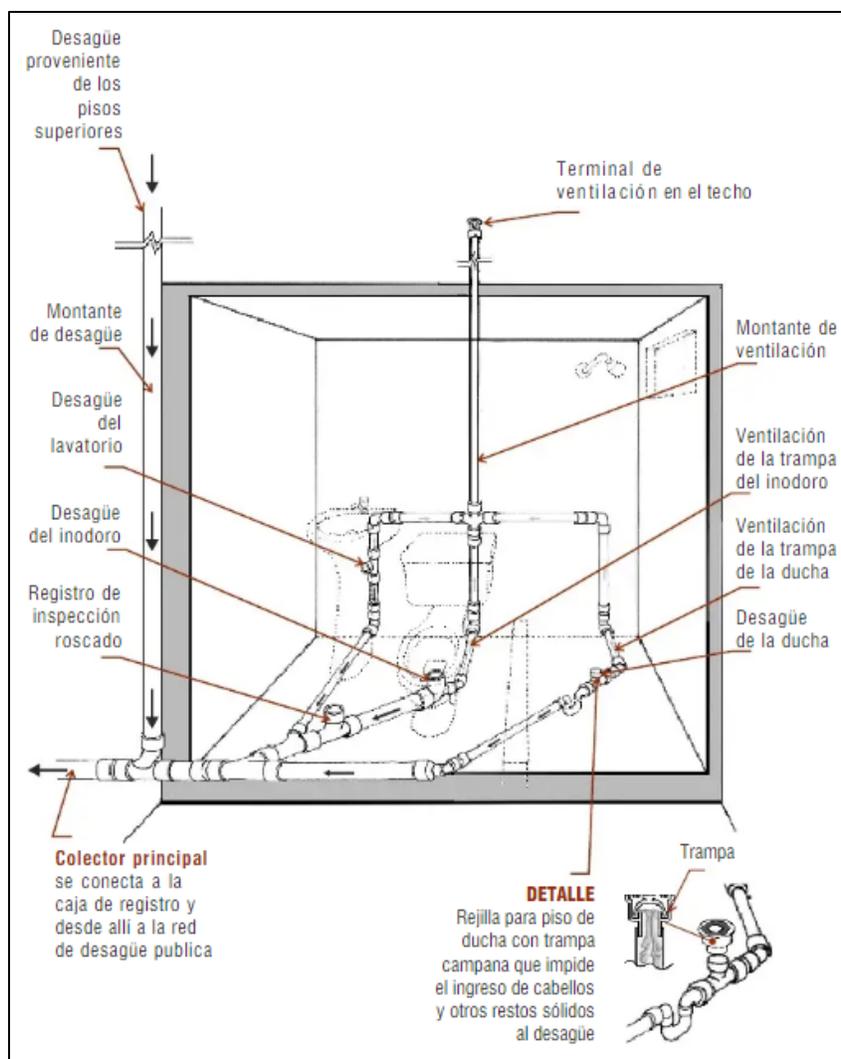
**6.1.8.1. Ramales Horizontales:** Son los tramos de red sanitaria ubicada de forma horizontal que se encargan de conducir y entregar las aguas residuales provenientes de los aparatos sanitarios a las bajantes de la edificación como se muestra en la **Figura 11**. La instalación de los ramales horizontales no debe cortar vigas, columnas o cualquier otro tipo de elemento estructural. (Urzua, 2012)



**Figura 11. Ramales Horizontales de un Sistema de Desagüe**

Fuente: (Urzua, 2012)

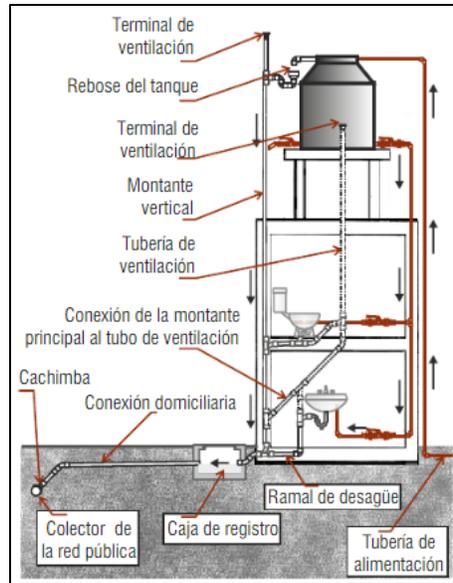
**6.1.8.2. Bajantes:** Son las diferentes tuberías que se instalan de forma vertical en la edificación y conectan con los ramales horizontales en ángulos de  $45^\circ$  tanto en sistemas de desagüe como en sistemas de ventilación. Dichas bajantes deben ser lo más rectas posibles sin cambios de dirección bruscos como se muestra en la **Figura 12**. El diámetro mínimo que debe mantener una bajante de aguas residuales, no debe ser menor que el diámetro de cualquiera de los ramales horizontales que desaguan en él. Además, no se deben cortar vanos de cualquier tipo ni tampoco vigas, columnas o cualquier otro elemento estructural del inmueble. (Botero B., 2014; Ortiz B., 2014)



**Figura 12. Bajante de un Sistema de Desagüe**

Fuente: (Mariani, 2008)

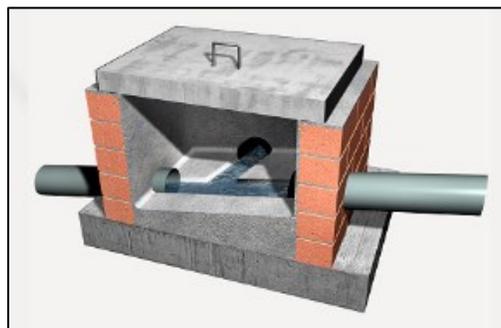
**6.1.8.3. Acometida:** Se entiende por acometida como la canalización que une la red de desagüe del interior de una edificación con la red de alcantarillado municipal o de la zona, el cual maneja diámetros de tubería no menores que los ramales horizontales y las bajantes. La acometida suele tener una pendiente mínima del 2% para garantizar que el drenaje de las aguas residuales se realice de forma correcta al conectarse a la red municipal (**Figura 13**). (Mariani, 2008; Urzua, 2012)



**Figura 13. Acometida de un Sistema de Desagüe**

Fuente: (Mariani, 2008)

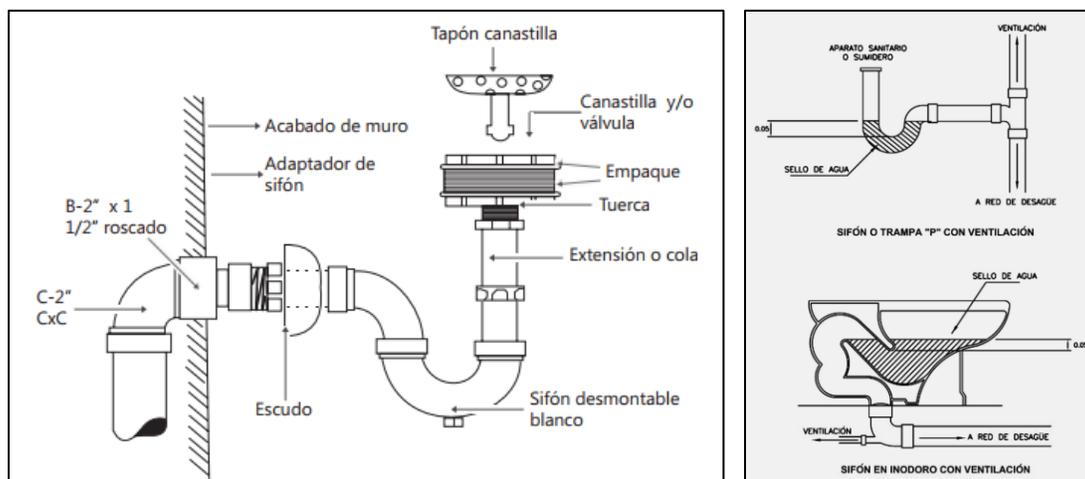
**6.1.8.4. Cajas de Inspección:** Las cajas de inspección (**Figura 14**) son aquellas que tienen como finalidad permitir la limpieza y mantenimiento de los colectores o ramales horizontales del sistema de desagüe. Generalmente se construyen en ladrillo con su respectivo pañete en el interior de la caja para darle un buen acabado; o también pueden ser construidas en concreto. Estas deben llevar en el fondo media cañas del diámetro de la respectiva tubería para conducir de forma directa el agua residual que se transporta en el sistema. (Castillo Anselmi, 2016; Mariani, 2008; Ortiz B., 2014)



**Figura 14. Caja de Inspección**

Fuente: (Cype, 2020)

**6.1.8.5. Sifones:** Los sifones son accesorios que tienen el objetivo de almacenar de una forma constante y permanente una cierta cantidad y altura de agua de mínimo 0.05 metros (5 centímetros), la cual no permite que los gases y malos olores que se generan a partir de la descomposición de los desechos, ingresen al baño e interior de la edificación. Dicha cantidad de agua que se aloja dentro del sifón se conoce comúnmente como sello hidráulico. Preferiblemente los sifones, los cuales se muestran en la **Figura 15** y **Figura 16**, se deben instalar en todos los aparatos sanitarios que tenga el inmueble como lo son: lavamanos, lavaplatos, sifones de piso, pocetas, entre otros. En el caso de los sanitarios no es necesario instalar un sifón ya que el aparato sanitario ya cuenta con un sifón interno. (Mariani, 2008; Ortiz B., 2014; Pérez Carmona, 2019)



**Figura 15. Diagrama de un Sifón**

Fuente: (Pérez Carmona, 2010)

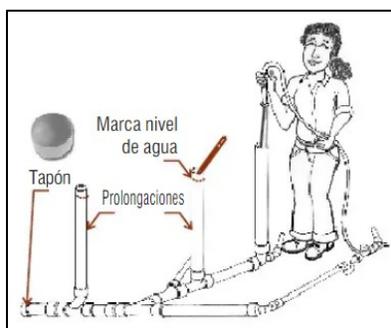
**Figura 16. Sello Hidráulico de un Sifón**

Fuente: (Castillo Anselmi, 2016)

### 6.1.9. Pruebas en el Sistema de Desagüe

Los sistemas de desagüe de aguas residuales, aguas pluviales y de ventilación, deben someterse a dos pruebas que se realizan para comprobar la hermeticidad y correcto funcionamiento de la red, y así evitar posibles fugas de agua durante el funcionamiento de los aparatos sanitarios. (Icontec, 2004)

**6.1.9.1. Prueba de Estanqueidad:** Este tipo de prueba se realiza a las redes de desagüe de aguas residuales y redes de ventilación, ya sea en su totalidad o por secciones. Si se realiza la prueba en su totalidad, todos los puntos abiertos de la red deben ser taponados provisionalmente utilizando el accesorio llamado “Tapón de Prueba” excepto el punto más alto de dicha red; ya que es por ese punto por donde se debe llenar la tubería con agua hasta rebosarlo. Si el sistema se prueba por secciones, todos los puntos abiertos deben ser igualmente taponados excepto el punto más alto de dicha sección, y ésta debe ser llenada con agua hasta rebosarlo. Dichas pruebas se deben efectuar con una presión mínima de 3 metros columna de agua (m.c.a.) y por un periodo de tiempo mínimo de 15 minutos (**Figura 17**). (Icontec, 2004)



**Figura 17. Prueba de Estanqueidad**

Fuente: (Mariani, 2008)

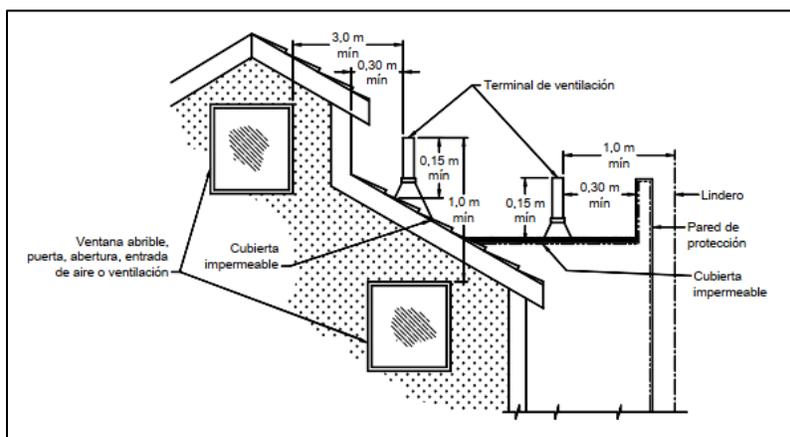
**6.1.9.2. Prueba de Flujo:** La ejecución de esta prueba, se realiza vertiendo un volumen considerable de agua a cada una de las bajantes del sistema y puntos de desagüe de los aparatos sanitarios, hasta que lleguen a la primera caja de inspección, para verificar la conducción del agua en el sistema. En algunas ocasiones se mezcla mineral en el agua que se va a verter en los puntos de desagüe para comprobar que el agua fluya correctamente e identificar su punto de salida en la caja. (Icontec, 2004)

## 6.2. Sistema de Ventilación

En todo sistema de desagüe de aguas residuales se debe instalar un sistema de ventilación; los cuales estarán conectados entre sí para proteger los sellos hidráulicos de los sifones que no permiten que los gases y malos olores contenidos dentro de la red ingresen a la edificación por medio de los aparatos sanitarios. Esta ventilación a las tuberías se realiza con el fin de mantener constante la presión atmosférica dentro del sistema y para evitar que se produzcan problemas como: pérdida de los sellos hidráulicos, retraso en el flujo del agua dentro del sistema y evitar el deterioro de los materiales en la red. (Botero B., 2014; Icontec, 2004; Ortiz B., 2014; Pérez Carmona, 2015)

### 6.2.1. Tipos de ventilación

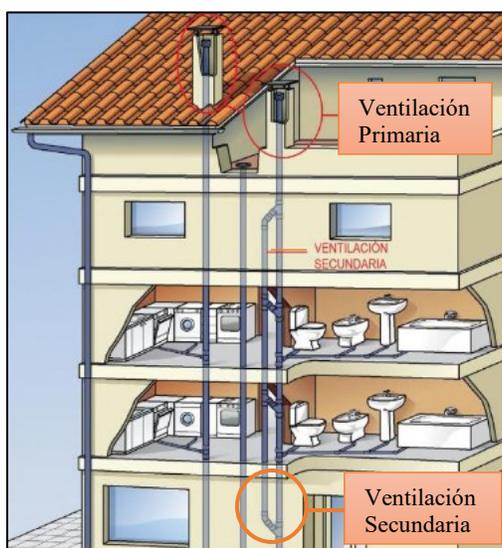
**6.2.1.1. Ventilación Primaria:** Este tipo de ventilación consta en prolongar las bajantes correspondientes a la red de evacuación de aguas residuales por encima de las cubiertas, tejados o azoteas de la edificación como mínimo 0.15 metros (15 centímetros) tal como se ilustra en la **Figura 18**. La ventilación primaria tiene la ventaja de acelerar la circulación de las aguas residuales evitando la obstrucción de las tuberías. (Icontec, 2004; Soriano Rull & Pancorbo Floristán, 2012; Urzua, 2012)



**Figura 18. Ventilación Primaria**

Fuente:(Icontec, 2004)

**6.2.1.2. Ventilación Secundaria:** Está conformada por una tubería que está instalada de forma vertical y paralela a la bajante de ventilación primaria y que se conecta a ella en los extremos o también en cada nivel de la edificación. El objetivo principal de la ventilación secundaria es evitar la acumulación de aire en las partes inferiores de las bajantes de aguas residuales, donde se puede llegar a formar acumulación de presión que dificultarían la correcta evacuación de las aguas al sistema. Este tipo de ventilación (*Figura 19*), es necesaria en edificaciones de gran altura o de más de cinco niveles para asegurar el correcto funcionamiento de la red de desagüe y evacuación de los malos olores o gases. (Soriano Rull & Pancorbo Floristán, 2012)

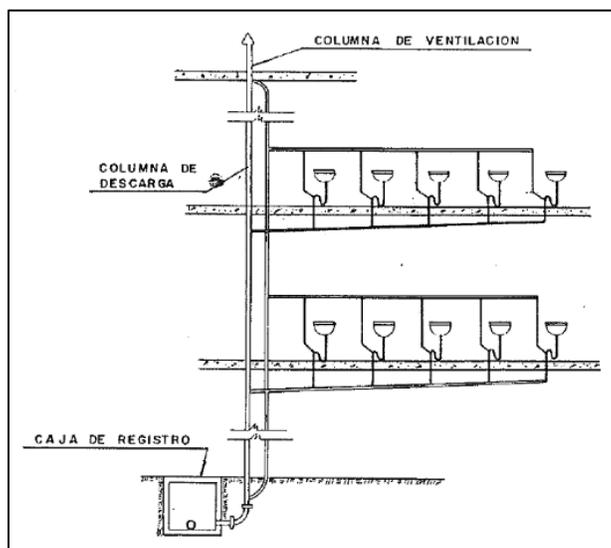


**Figura 19. Ventilación Secundaria**

Fuente: (Soriano Rull & Pancorbo Floristán, 2012)

**6.2.1.3. Diagrama General de un Sistema de Ventilación:** En la *Figura 20*, se ilustra un diagrama general de un sistema de ventilación, en el cual se identifican los colectores horizontales que reciben y conducen las aguas residuales hacia las bajantes, la columna de descarga y la columna de ventilación del sistema en donde debe sobresalir mínimo 0.15 metros del techo o cubierta de la edificación. En la mayoría de

las ocasiones se instalan válvulas de ventilación en el extremo de dicha tubería para evitar que elementos sólidos puedan introducirse en el sistema y ocasionen algún tipo de obstrucción o taponamiento en la red. (Jimeno Blasco, 2005)



**Figura 20. Diagrama General de un Sistema de Ventilación**

Fuente: (Jimeno Blasco, 2005)

### 6.3. Sistema de Suministro de Agua Potable

El sistema de suministro de agua potable, es uno de los sistemas más importantes en la construcción de cualquier tipo de edificación, ya que sin este sistema no se podría abastecer al edificio con agua potable y mucho menos entraría en funcionamiento el sistema sanitario para evacuar el agua residual. La función principal del sistema, es suministrar a los usuarios agua con óptimas condiciones de calidad, apta para el consumo humano, en cantidades suficientes, con una presión constante y adecuada durante todo el transcurso del día a cada uno de los aparatos sanitarios. (Castillo Anselmi, 2016; Icontec, 2004; Pérez Carmona, 2015)

En este sistema se utiliza tubería y accesorios de PVC de presión, la cual se identifica por ser de color blanco. Cada diámetro de tubería viene con distinto espesor de pared para obtener una mejor resistencia y capacidad de soportar altas presiones, las cuales se identifican con las siglas

RDE, que significan “relación diámetro – espesor”. El sistema de suministro de agua se divide en dos grandes grupos: Agua fría y agua caliente. (Jimeno Blasco, 2005; Pavco Wavin, 2020a)

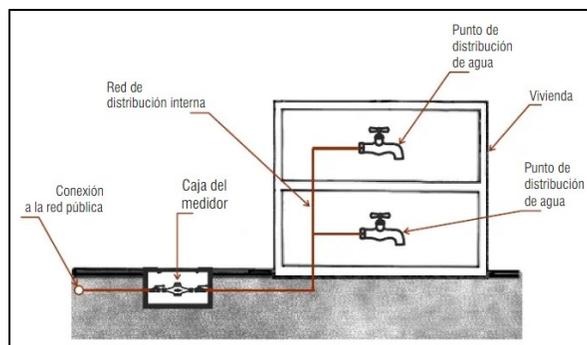
### **6.3.1. Suministro de Agua Fría**

Todos los aparatos sanitarios que se disponen para el uso humano en una edificación, deben contar con su respectivo suministro básico de agua fría para su correcto funcionamiento. La principal característica del suministro de agua fría, es que su punto hidráulico generalmente se ubica en la parte derecha de los aparatos sanitarios; exceptuando los inodoros, los cuales llevan su punto hidráulico en la parte izquierda. (Icontec, 2004)

A continuación se describen algunos de los sistemas de abastecimiento de agua fría más utilizados, donde su uso dependerá de las características del inmueble y si la fuente de agua proviene de una fuente privada o por el contrario proviene de una red pública. (Castillo Anselmi, 2016; Jiménez López, 2003; Ortiz B., 2014)

#### **6.3.1.1. Sistema Directo:** Este tipo de sistema de abastecimiento de agua potable (**Figura 21**)

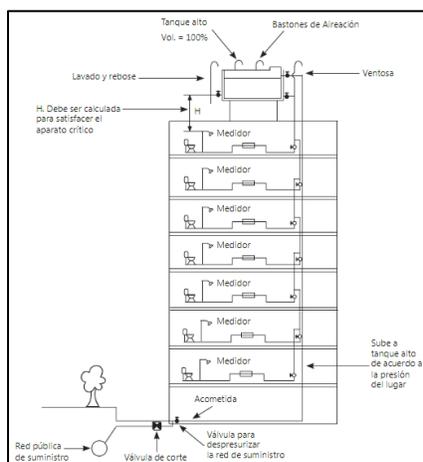
consiste en que la alimentación del agua fría a cada uno de los aparatos sanitarios del inmueble llega de forma directa desde la red municipal sin el uso de tanques de almacenamiento, tanques elevados o sistemas de bombeo (Becerril L., 2009). Este sistema se utiliza principalmente en zonas donde el suministro de agua potable que viene de la red pública es continuo y llega con una presión constante, adecuada y suficiente para suministrar a todos los puntos hidráulicos de los aparatos sanitarios, en especial a los puntos de consumo más elevados que se encuentran en el inmueble. (Castillo Anselmi, 2016; Mariani, 2008; Ortiz B., 2014)



**Figura 21. Sistema Directo Agua Fría**

Fuente: (Mariani, 2008)

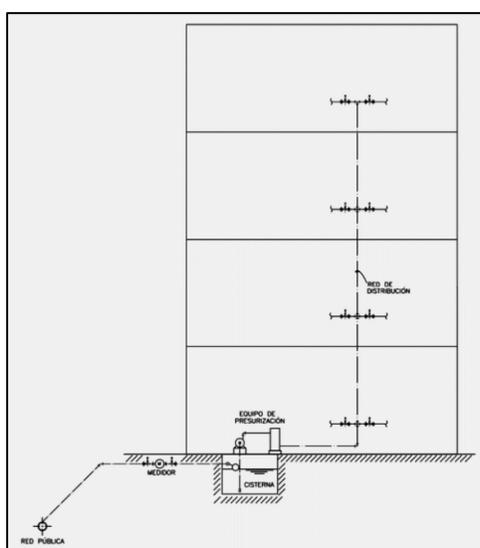
**6.3.1.2. Sistema Indirecto con Tanque Elevado:** Cuando la red pública no garantiza un adecuado caudal y presión necesaria para que el sistema directo opere de forma correcta durante todo el día, es necesario recurrir a la instalación de un sistema indirecto con ranque elevado. Este sistema consiste en realizar una conexión desde la red pública hacia un tanque elevado con capacidad del 100% del consumo diario que se ubica en las azoteas o parte más alta de la edificación, para después, suministrar agua potable a cada uno de los aparatos sanitarios por gravedad (**Figura 22**). (Becerril L., 2009; Castillo Anselmi, 2016; Pérez Carmona, 2019)



**Figura 22. Sistema Indirecto con Tanque Elevado**

Fuente: (Pérez Carmona, 2019)

**6.3.1.3. Sistema Indirecto con Cisterna y Equipo de Bombeo:** En caso de requerir en los aparatos sanitarios presiones de salida mayores de las que se obtienen con un sistema de tanque elevado, será necesario la implementación de una cisterna en la parte inferior de la edificación con una capacidad del 100% del total del volumen de agua; adicional debe contar con un adecuado equipo de bombeo que cumpla con los requerimientos solicitados de caudal y presión para suministrar directamente agua potable a todos los aparatos sanitarios (**Figura 23**). (Castillo Anselmi, 2016)

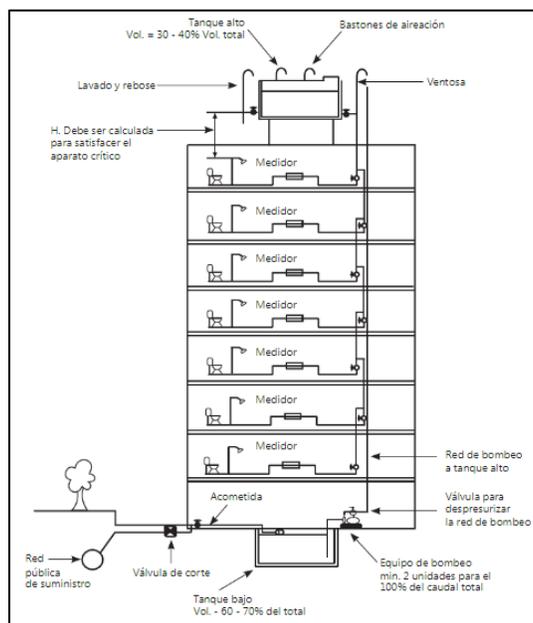


**Figura 23. Sistema Indirecto con Cisterna y Equipo de Bombeo**

Fuente: (Castillo Anselmi, 2016)

**6.3.1.4. Sistema Indirecto con Cisterna, Equipo de Bombeo y Tanque Elevado:** Cuando los dos sistemas anteriores no cumplan con las condiciones necesarias para el abastecimiento de agua potable a la edificación, será necesario utilizar un sistema que incluya un depósito de almacenamiento o también llamado cisterna, en la parte inferior del inmueble con una capacidad del 60 al 70% de volumen total de agua; la cual se llena con la presión con la que venga la red pública de la zona. Adicional, este utiliza un equipo de bombeo el cual alimenta un tanque elevado con una capacidad

del 30 al 40% del volumen total de agua, que se ubica en la parte más alta del edificio para posteriormente alimentar a los aparatos sanitarios por gravedad a través de la red de distribución interna (**Figura 24**). (Castillo Anselmi, 2016)



**Figura 24. Sistema Indirecto con Cisterna, Equipo de Bombeo y Tanque Elevado**

Fuente: (Pérez Carmona, 2019)

### 6.3.2. Suministro de Agua Caliente

En la actualidad, el uso de agua caliente se hace más frecuente en las distintas actividades diarias de los seres humanos; por tal motivo, se realizan instalaciones de suministro de agua caliente a diversos aparatos sanitarios como lo son: lavamanos, lavaplatos, duchas, tinas, entre otros. El sistema de suministro de agua caliente se constituye principalmente por un calentador y una tubería especial para el transporte y distribución de la misma. Estos sistemas deben ser diseñados y operados de tal manera que se pueda garantizar el consumo y temperatura adecuados y de forma segura. Cabe mencionar que para el adecuado uso del agua caliente y seguridad de las personas, en muchos aparatos sanitarios se instala un mezclador de agua para regular la temperatura de la misma (Icontec, 2004; Jimeno Blasco, 2005).

### 6.3.3. Materiales

Para el sistema de suministro de agua potable se utilizan materiales y accesorios que cumplan con las especificaciones técnicas según las normas vigentes. En este sistema es muy importante tener en cuenta que no se pueden instalar tuberías ni accesorios que hayan sido utilizados previamente en cualquier otro tipo de sistema. (Becerril L., 2009; Icontec, 2004, 2017)

A continuación se describe el tipo de material utilizado para estas redes:

**6.3.3.1. Tubería:** Es aquella que se utiliza para conducir, transportar y distribuir agua potable a cada uno de los aparatos sanitarios de la edificación. Se pueden apreciar dos tipos de tubería: PVC Presión, los cuales son fabricados para transportar agua fría; y CPVC los cuales son fabricados para transportar agua caliente. (Icontec, 2004)

- ✓ **Policloruro de Vinilo Presión (PVCP):** En la *Figura 25* se ilustra la tubería de PVC especialmente diseñada para transportar agua potable para redes de distribución en edificaciones y soportar altas presiones dentro de la misma. Esta tubería se fabrica en tramos de 6 metros de longitud. (Pavco Wavin, 2020b)



**Figura 25. Tubería PVCP Agua Fría**

Fuente: (Gerfor, 2020b)

- ✓ **Policloruro de Vinilo Clorado (CPVC):** Este tipo de tubería es especial para las instalaciones de suministro de agua caliente, ya que tanto la tubería como los accesorios soportan altas temperaturas que el PVC común no puede (*Figura 26*). Resistente a la corrosión y requiere menos tiempo de instalación a comparación de la tubería de cobre. (Pavco Wavin, 2020a)



**Figura 26. Tubería CPVC Agua Caliente**

Fuente: (Gerfor, 2020b)

**6.3.3.2. Accesorios:** Son los encargados de unir las tuberías del mismo material para realizar la respectiva red de distribución de agua potable en la edificación. Algunos de los accesorios más comunes son: uniones, codos, semi codos, bujes, tapón liso, tapón roscado, adaptador hembra, adaptador macho, tee, entre otros; los cuales se ilustran en la **Figura 27**. (Pavco Wavin, 2020b)



**Figura 27. Accesorios PVC Presión**

Fuente: (Durman, 2020b)

**6.3.3.3. Limpiador y soldadura PVC:** El limpiador y soldadura para PVC Presión y CPVC son los mismos que se utilizan para soldar tubería y accesorios de PVC sanitaria y ventilación, los cuales se describieron en el numeral 6.1.3.3. (Pavco Wavin, 2020b)

#### **6.3.4. Relación Diámetro – Espesor (RDE)**

Es la forma en la cual se estandarizó la norma para determinar los calibres de la tubería PVC presión, en el que se determinó que la presión de trabajo se reduce a medida que crece el diámetro de la tubería. Esta norma está fundamentada en la relación del diámetro y el espesor de

pared del tubo a la que se le designó el nombre de RDE. (Pavco Wavin, 2020b). A continuación se relaciona la **Tabla 1** de clasificación de RDE en tuberías de PVC presión:

**Tabla 1. Clasificación de RDE en Tubería PVC Presión**

CLASIFICACION RDE	PRESION DE TRABAJO (PSI)	TEMPERATURA DE TRABAJO (°C)	DIAMETRO NOMINAL	
			MILIMETROS (mm)	PULGADAS (")
RDE 9 PVC	500	23	21	1/2
RDE 11 PVC	400	23	26	3/4
RDE 13.5 PVC	315	23	21	1/2
			33	1
RDE 21 PVC	200	23	26	3/4
			33	1
			42	1-1/4
			48	1-1/2
			60	2
			73	2-1/2
			88	3
			114	4
RDE 26 PVC	160	23	168	6
			60	2
			73	2-1/2
			88	3
RDE 32.5 PVC	125	23	114	4
			114	4
			114	4
RDE 41 PVC	100	23	114	4

Fuente: (Pavco Wavin, 2020b)

### 6.3.5. Normas

La instalación de los sistemas de suministro de agua potable fría y caliente se rigen bajo la norma NTC 1500 “Código Colombiano de Fontanería”; de igual forma la tubería y accesorios que se elaboran de policloruro de vinilo (PVC) y de policloruro de vinilo clorado (CPVC) para redes de suministro de agua potable fría y caliente, cuenta con altos estándares de calidad para su óptimo funcionamiento cumpliendo las normas técnicas colombianas NTC 382 “Tubos de Policloruro de Vinilo (PVC) Clasificados Según la Presión (Serie RDE)”, NTC 1339

“Accesorios de Policloruro de Vinilo (PVC) Schedule 40” y NTC 576 “Cemento Solvente para Sistemas de Tubos Plásticos de Policloruro de Vinilo (PVC)”; las cuales proporcionan características especiales como: resistencia a la presión y corrosión, durabilidad y larga vida útil. (Icontec, 2008, 2011b, 2016; Pavco Wavin, 2020b)

### 6.3.6. Simbología Gráfica

En la **Figura 28** se puede evidenciar varios símbolos gráficos en 2D y 3D que son utilizados comúnmente en planos de suministro y distribución de agua potable para edificaciones los cuales son importantes a la hora de realizar lectura de planos o instalación de dichos sistemas. (Mariani, 2008)

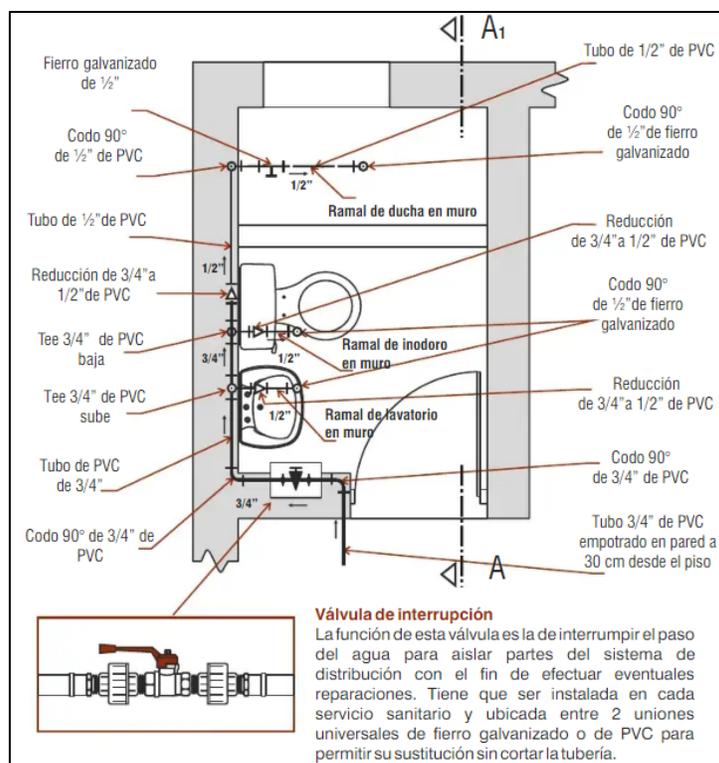
MEDIDOR DE AGUA 	TEE CON BAJADA 	CODO DE 45 	REDUCCIÓN 
TUBERÍA DE AGUA FRIA 	TAPÓN MACHO 	CODO DE 90 SUBE 	VÁLVULA DE COMPUERTA 
TUBERÍA DE AGUA CALIENTE 	TAPÓN HEMBRA 	CODO DE 90 BAJA 	VÁLVULA DE GLOBO 
CRUCE DE TUBERÍA SIN CONEXIÓN 	UNIÓN UNIVERSAL 	TEE 	VÁLVULA DE RETENCIÓN (CHECK) 
CODO DE 90 	UNIÓN FLEXIBLE 	TEE CON SUBIDA 	VÁLVULA DE LLENADO 

**Figura 28. Símbolos Gráficos de un Sistema de Suministro de Agua Potable**

Fuente: (Mariani, 2008)

### 6.3.7. Diagrama en Planta de un Sistema de Suministro de Agua Potable

Como se ilustra en la **Figura 29**, se puede evidenciar un plano en planta de una red de suministro y distribución de agua potable en el cual se indican los accesorios que componen la red, diámetros de la tubería, detalle del registro de agua y el trayecto que debe seguir la tubería cuando se instale en la edificación. (Mariani, 2008)



**Figura 29. Diagrama en Planta de un Sistema de Distribución de Agua Potable**

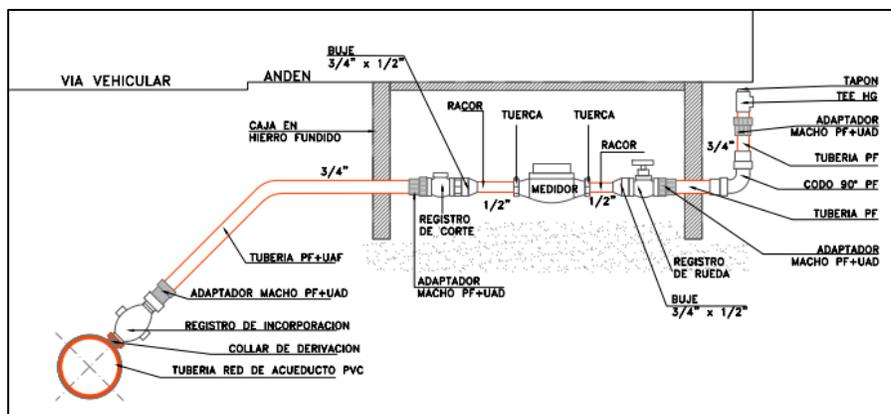
Fuente: (Mariani, 2008)

### 6.3.8. Componentes de un Sistema de Suministro de Agua Potable

A continuación se describen los componentes más importantes en un sistema de suministro de agua potable para una edificación:

**6.3.8.1. Acometida:** La acometida es el tramo que se instala desde el tubo principal de la red pública de abastecimiento de agua potable hasta la caja del medidor o macromedidor principal de la edificación (**Figura 30**). Este medidor principal generalmente es de tipo volumétrico para contabilizar el volumen de agua que ingresa al inmueble; de igual forma después del medidor, debe instalarse una válvula que puede ser de tipo cortina para poder controlar el suministro del agua potable al interior del edificio.

(Botero B., 2014; Icontec, 2004)



**Figura 30. Acometida de Agua Potable**

Fuente: (Botero B., 2014)

**6.3.8.2. Medidores o Contadores:** Los medidores (*Figura 31*) son dispositivos que permiten medir la cantidad de agua que se abastece a una determinada edificación, para así poder llevar su conteo y volumen de agua consumida en determinado periodo de tiempo. (Ortiz B., 2014; Soriano Rull & Pancorbo Floristán, 2012)

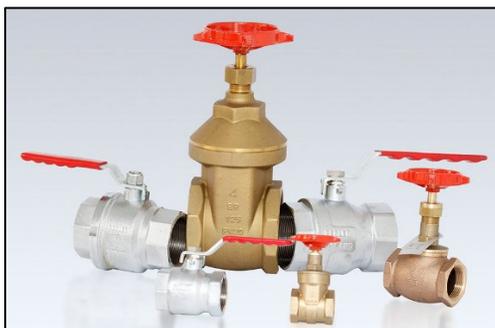


**Figura 31. Medidor de Agua Potable**

Fuente: (Soriano Rull & Pancorbo Floristán, 2012)

**6.3.8.3. Válvulas:** Las válvulas se utilizan para regular el flujo de agua en las tuberías de distribución interna de cualquier aparato sanitario que se encuentre en la edificación. De igual forma se utilizan para sectorizar áreas de la edificación en caso de presentarse la ruptura de un tubo o de realizar algún mantenimiento, para así no dejar sin suministro de agua las demás zonas o realizar un drenaje completo en la red.

Generalmente las válvulas se fabrican en material de PVC que cuentan con uniones lisas y son fáciles de soldar a la tubería de suministro de agua; y también se fabrican en material de bronce que cuentan con unión roscada (**Figura 32**). Todas las válvulas que se requieran en un sistema de abastecimiento de agua potable dependen de las especificaciones técnicas que se requieran en la instalación. (Botero B., 2014; Icontec, 2004)



**Figura 32. Válvulas de Bronce para Agua Potable**

Fuente: (Tuvalrep, 2020b)

### **6.3.9. Pruebas Hidrostáticas**

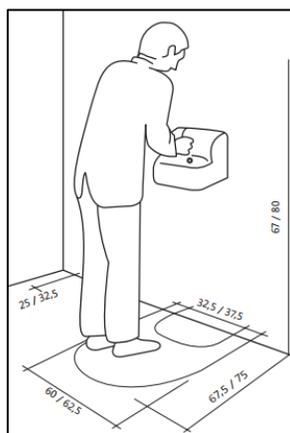
Una vez finalizada la instalación una sección o un sistema total de suministro de agua potable bien sea de agua fría o agua caliente, se debe realizar la prueba de presión la cual tiene el objetivo de garantizar la hermeticidad y resistencia de la red. Dicha prueba se debe efectuar antes de la instalación de los aparatos sanitarios para verificar cualquier tipo de fuga o daño en la red. El sistema se debe someter a una presión de 150 PSI por un periodo de tiempo de 4 horas; de igual forma, el agua que se usa para esta prueba debe ser potable. (Botero B., 2014; Icontec, 2004, 2017)

### **6.3.10. Aparatos Sanitarios**

Los aparatos sanitarios son cada uno de los elementos diseñados para el uso humano en cuanto a higiene personal, limpieza doméstica y evacuación de desechos líquidos o sólidos; los

cuales están conectados a una red de suministro de agua potable para su correcto funcionamiento. Estos aparatos deben estar fabricados con materiales resistentes, duraderos, impermeables y con superficies lisas libres de rugosidades. (Icontec, 2004; Pérez Carmona, 2019). A continuación se describen los aparatos sanitarios más utilizados actualmente:

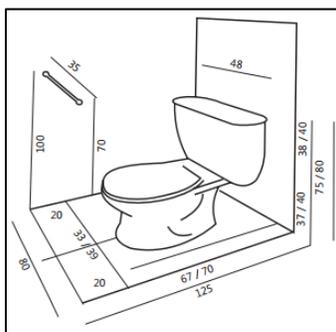
**6.3.10.1. Lavamanos:** Se utilizan generalmente para el lavado de manos, antebrazos e incluso la cara (**Figura 33**). (Pérez Carmona, 2019)



**Figura 33. Diagrama de un Lavamanos**

Fuente: (Pérez Carmona, 2019)

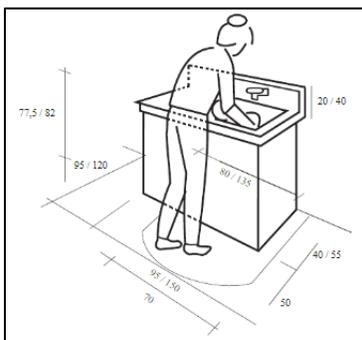
**6.3.10.2. Sanitarios:** Este aparato sirve para la evacuación de los residuos fisiológicos de los seres humanos, los cuales deben tener un consumo máximo de 6 litros por descarga (**Figura 34**). (Icontec, 2004; Pérez Carmona, 2019)



**Figura 34. Diagrama de un Sanitario**

Fuente: (Pérez Carmona, 2019)

**6.3.10.3. Lavaplatos:** Pueden estar diseñados de una o dos pocetas según la necesidad y espacio disponible. Los grifos de los lavaplatos no deben exceder un flujo de agua de 9.6 litros por minuto (**Figura 35**). (Icontec, 2004; Pérez Carmona, 2019)



**Figura 35. Diagrama de un Lavaplatos**

Fuente: (Pérez Carmona, 2019)

#### **6.4. Sistema de Protección Contra Incendio**

El sistema de protección contra incendio es una parte muy importante dentro de cualquier edificación bien sea de uso residencial, comercial, industrial o institucional; ya que, dado el caso que se presente algún tipo de conato de incendio en cualquier lugar cerrado y que dada su ubicación no se pueda extinguir con ayuda del equipo del cuerpo de bomberos; este sistema puede lo puede combatir evitando pérdidas humanas o pérdidas materiales. (Icontec, 2009a; NFPA, 2006; Pérez Carmona, 2010)

##### **6.4.1. Clasificación de Edificaciones**

La clasificación de las edificaciones que se van a construir se realiza con base al riesgo de pérdida de vidas humanas, para ello se tienen determinadas unas categorías con el objetivo de estimar la resistencia exigida al fuego en los inmuebles dependiendo de su grupo de ocupación. Se clasifican de la siguiente manera: (Icontec, 2011a; Ministerio de Ambiente & Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010b, 2010a; Neira Rodríguez, 2015)

- ✓ **Categoría I:** Es aquella en la cual se cuenta con un alto riesgo de pérdida de vidas humanas en las edificaciones. En esta categoría se incluyen industrias, depósitos, bodegas, hospitales y edificios que superen los 10 niveles de altura.
- ✓ **Categoría II:** Es en la cual se incorporan construcciones con riesgo intermedio, en donde se incluyen: cines, hoteles, colegios, oficinas, restaurantes, entre otros.
- ✓ **Categoría III:** Esta categoría abarca construcciones de riesgo bajo; en esta comprenden viviendas que no superen los 10 niveles de altura, industrias y bodegas no contenidas en la categoría I.

#### **6.4.2. Clasificación de Sistemas de Protección**

A continuación se describen las clasificaciones de sistemas de protección contra incendio:

**6.4.2.1. Sistema de Protección Activa:** Este sistema de protección representa todos los equipos y elementos instalados para poder avisar sobre una conflagración y actuar sobre él, impidiendo que se extienda a otras zonas de la edificación para evitar pérdidas humanas o materiales. Este tipo de protección abarca los siguientes elementos: (Ministerio de Ambiente & Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010a; Neira Rodríguez, 2015)

- ✓ Sistema de detección y alarmas contra incendio
- ✓ Extintores y mangueras rociadoras.
- ✓ Accesorios de defensa contra incendio

Este sistema es el encargado controlar y extinguir un incendio en una determinada zona o edificación, ya que por medio de los sistemas pasivos no se puede eliminar.

**6.4.2.2. Sistemas de Protección Pasiva:** En este sistema, lo que se busca es prevenir que se genere algún tipo de incendio en la edificación, con el objetivo de mitigar las posibles

consecuencias que deja el siniestro. Se denomina protección pasiva, ya que este sistema funciona sin la participación de las personas. Los sistemas de protección pasiva no son diseñados para extinguir el incendio en un lugar determinado, sino para retardar y controlar su avance por un determinado tiempo. (Ministerio de Ambiente & Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010a; Neira Rodríguez, 2015)

Como se mencionó anteriormente, este sistema sirve de ayuda para que las personas alcancen a evacuar el edificio y puedan utilizar con más eficacia métodos de la protección activa, ya que este sistema no puede extinguir completamente un incendio.

Las medidas de protección pasiva más usuales son: (Ministerio de Ambiente & Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010a; Neira Rodríguez, 2015)

- ✓ Aplicación de pinturas aisladoras de fuego
- ✓ Compuertas cortafuegos y sistemas de control de temperaturas y humo
- ✓ Alumbrado de emergencia y señalización

#### **6.4.3. Materiales**

Los materiales que se utilizan para este tipo de sistema, deben ser resistentes a la corrosión y a altas presiones, ya que este sistema maneja presiones mínimas de 150 PSI. De igual forma que en los sistemas anteriores, estos materiales deben cumplir altos estándares de calidad para garantizar un correcto funcionamiento de las redes internas y externas. (Icontec, 2009a; NFPA, 2006)

**6.4.3.1. Tubería:** Existen varios tipos de tubería que se utilizan para la instalación de sistemas de protección contra incendios los cuales se describen a continuación:

- ✓ **PVC C-900:** Este tipo de tubería se utiliza cuando el transporte y conducción de agua potable para sistemas de protección contra incendio se realiza por debajo del suelo. Se

caracteriza por ser un material bastante resistente a altas presiones y por ser de color celeste (*Figura 36*). (AWWA, 2020; Icontec, 2009a)



**Figura 36. Tubería PVC C-900**

Fuente: (Tuvalrep, 2020a)

- ✓ **Acero al Carbón:** Este material es el más utilizado para la instalación de sistemas de protección contra incendios, en donde sus extremos deben ser ranurados debido a que los accesorios para realizar los respectivos acoples también vienen ranurados. Soportan altas presiones y se caracterizan por ser de color rojo (*Figura 37*). Para este tipo de material se puede utilizar de dos calibres: Schedule 10 y Schedule 40, siendo este último más pesado debido al espesor de la pared. (Icontec, 2009a)



**Figura 37. Acero al Carbón**

Fuente: (Tuvalrep, 2020a)

#### **6.4.4. Accesorios**

Los accesorios para este sistema, si se trabaja en acero al carbón (*Figura 38*) deben ser ranurados para realizar su adecuado acople con la tubería, y si es en PVC C-900 (*Figura 39*) este

viene con empaques especiales en su campana para garantizar la hermeticidad en las uniones. Los accesorios más comunes son: codos, semi codos, tee mecánica, tee ranurada, strap, copas reducidas, uniones rígidas, entre otros. (Durman, 2020a; Icontec, 2009a; NFPA, 2006)



**Figura 38. Accesorios Acero al Carbón**

Fuente: (Tuvalrep, 2020a)



**Figura 39. Accesorios PVC C-900**

Fuente: (Durman, 2020b)

#### 6.4.5. Válvulas

Se deben manejar válvulas fabricadas en bronce, acero al carbón o cualquier otro tipo de material resistente y compatible con la tubería y accesorios, dado que son un elemento de vital importancia para poder controlar el flujo en la red, controlar la presión dentro del sistema e incluso expulsar el aire contenido dentro de la tubería para evitar golpe de ariete o ruptura de la tubería a causa de sobrepresiones (**Figura 40**). (Icontec, 2009a, 2011a; NFPA, 2006, 2007b)



**Figura 40. Válvulas del Sistema Contra Incendio**

Fuente: (Tuvalrep, 2020a)

#### 6.4.6. Rociadores Automáticos

Los rociadores son los dispositivos diseñados para distribuir el agua en el área donde fue instalado; estos cuentan con un mecanismo de disparo termosensible el cual se acciona cuando la

temperatura del lugar aumenta de forma acelerada. Estos rociadores automáticos son fabricados dependiendo de una clasificación de temperatura y la cual se debe instalar de acuerdo al diseño del edificio en respuesta rápida o estándar (**Figura 41**). (Icontec, 2011a; NFPA, 2007b)



**Figura 41. Rociadores Automáticos o Sprinklers**

Fuente: (Tuvalrep, 2020a)

#### **6.4.7. Gabinetes Contra Incendio**

Los gabinetes contra incendio son los elementos con los cuales se puede controlar un incendio de forma manual. Son muy útiles en lugares donde no se cuenta con un sistema automático de extinción de fuego. (Castillo Anselmi, 2016; Icontec, 2009a). El gabinete más utilizado en las edificaciones es el tipo III, el cual cuenta con dos válvulas: una de 1-1/2" y otra de 2-1/2". De igual forma contiene una manguera de 30 metros, una canastilla para la manguera, una boquilla de bronce de 1-1/2", un hacha de 4.5 libras, una llave spanner sencilla de 1-1/2" y un extintor multipropósito ABC de 10 libras (**Figura 42**). (Tuvalrep, 2020a)



**Figura 42. Gabinete Tipo III**

Fuente: (Tuvalrep, 2020a)

#### **6.4.8. Normas**

Para la correcta instalación de un sistema de extinción de incendios en cualquier edificación se deben seguir las normas legales dispuestas para tal fin tales como la NSR 10 “*Titulo J: Requisitos de Protección Contra Incendios en Edificaciones*”, NSR 10 “*Titulo K: Requisitos Complementaros*”, NTC 1669 “*Norma para la Instalación de Conexiones de Mangueras Contra Incendio*”, NTC 2301 y NFPA 13 “*Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores*”, NFPA 14 “*Instalación de Sistemas de Tubería Vertical y de Mangueras*”, NTC 2885 y NFPA 10 “*Extintores Portátiles Contra Incendios*”. Estas normas están destinadas a dar los estándares mínimos para realizar instalación de protección contra incendio dependiendo del tipo de edificación y el grupo ocupacional del mismo. (Icontec, 2009a, 2009b, 2011a; Ministerio de Ambiente & Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010a, 2010b; NFPA, 2006, 2007b, 2007a)

#### **6.4.9. Pruebas Hidrostáticas**

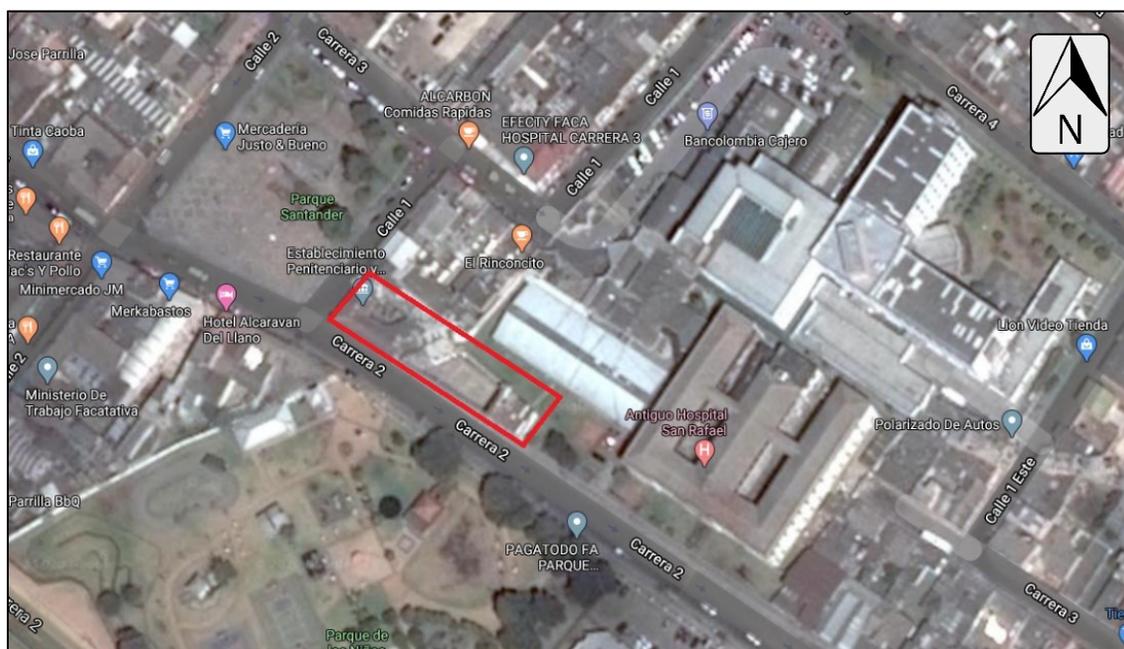
Una vez finalizada la instalación del sistema de protección contra incendio, se debe realizar la prueba de hidrostática la cual tiene el objetivo de garantizar la hermeticidad y resistencia de la red. Dicha prueba se debe efectuar antes de poner en funcionamiento la red completa. El sistema se debe someter a una presión de 200 PSI por un periodo de tiempo de 2 horas; de igual forma, el agua que se usa para esta prueba debe ser potable. (Icontec, 2009a; NFPA, 2010)

## 7. Marco de Antecedentes

### 7.1. Localización del Proyecto

El proyecto “Consulta Externa del Hospital San Rafael de Facatativá” se encuentra ubicado en la carrera 2 # 1 – 80 en el municipio de Facatativá como se puede evidenciar en la **Figura 43**.

Anteriormente en dicha ubicación se encontraba el establecimiento penitenciario y carcelario del municipio, que posteriormente fue demolido para dar paso a la construcción del nuevo centro de salud. (Google Maps, 2020)



**Figura 43. Localización del Proyecto**

Fuente: (Google Maps, 2020)

### 7.2. Descripción del Proyecto

Con la construcción de la nueva central de consulta externa del hospital San Rafael en el municipio de Facatativá, se pretende beneficiar a todos los usuarios del municipio poniendo a su disposición una infraestructura en la cual se presten servicios tales como consulta de medicina

general, cardiología, cirugía general, dermatología, oftalmología, ortopedia, pediatría, psicología, odontología, entre otros; contando con un total de 35 consultorios distribuidos en dos niveles.

(Rodriguez Perez, 2017)

### **7.3. Aspectos Generales del Proyecto**

A continuación se presentan los aspectos más relevantes del proyecto “Consulta Externa del Hospital San Rafael de Facatativá”: (Rodriguez Perez, 2017)

- ✓ **Dirección:** Carrera 2 # 1 – 80 - Facatativá
- ✓ **Constructora:** Daimar Construcciones S.A.S.
- ✓ **Interventoría:** Consorcio Interventoría Hospital San Rafael de Facatativá
- ✓ **Nivel de Atención:** II Nivel
- ✓ **Numero de Consultorios:** 35 Consultorios
- ✓ **Tipo de Obra:** Obra Nueva
- ✓ **Número de Pisos:** 2 Pisos
- ✓ **Área Total del Proyecto:** 2.612 m<sup>2</sup>
- ✓ **Fuente de Financiación:** Ministerio de Salud y Protección Social
- ✓ **Fecha de Inicio:** 13 de abril de 2019
- ✓ **Fecha de Finalización:** 09 de junio de 2020

## **8. Metodología para el Desarrollo de la Pasantía**

Para el correcto desarrollo de la pasantía del estudiante como auxiliar de ingeniería en el área de redes sanitarias, redes hidráulicas y redes contra incendio; se le asignan actividades pertinentes a su cargo tanto en campo como en oficina; en donde se realizó la respectiva inducción y capacitación por parte del ingeniero residente acerca de temas técnicos y administrativos de la empresa Hidrosanitarias DJ S.A.S., y las actividades que se ejecutan en la edificación. Adicional, se brindó información general de la obra, cronograma de actividades y objetivos a cumplir de acuerdo a las actas de comités de obra.

Una vez se le brindó al pasante la información imprescindible para la ejecución de sus labores como auxiliar de ingeniería, se procedió a realizar una metodología para la correcta ejecución de dichas labores, las cuales se describen a continuación:

### **8.1. Recolección de Información e Identificación de Falencias**

Para la recolección de información se realiza un análisis y observación preliminar de las actividades tanto operativas como administrativas que realiza la empresa, para poder identificar falencias en sus métodos y técnicas de operación, y así poder mejorar los procesos constructivos. En este análisis se incluyeron los siguientes aspectos:

- ✓ Investigar y examinar las técnicas con las que el personal operativo realiza la instalación de redes sanitarias, redes hidráulicas y redes contra incendio.
- ✓ Comprender la forma en que el ingeniero residente utiliza el software “AutoCAD” para generar los detalles constructivos de las distintas redes del edificio y posteriormente actualizar los planos record.
- ✓ Entender la forma en que se realiza el seguimiento y control a los avances diarios de obra para así generar los respectivos cortes quincenales.

- ✓ Identificar los formatos en los que se llevan a cabo los respectivos registros de las actividades que se realizan en el proyecto.
- ✓ Analizar la manera en que se realiza supervisión técnica de actividades al personal de la empresa para delegar funciones y cumplir con el cronograma de actividades planteado.
- ✓ Determinar cualquier falencia que se esté realizando en el área administrativa y operativa para mejorar su proceso y así generar una mejora continua.

## **8.2. Implementación de Acciones de Mejora**

Una vez se haya realizado la recolección de información de todas las actividades que se mencionaron anteriormente, se procede a detallarlas para identificar el punto en donde se está realizando de forma errónea algún procedimiento y poder implementar acciones de mejora para una correcta gestión de obra y de calidad. Dentro de las acciones de mejora se incluyen las siguientes:

- ✓ Se evalúa la forma en la que el personal operativo realiza la instalación de las distintas redes, y se compara con los procedimientos y recomendaciones establecidas en el código colombiano de fontanería NTC 1500.
- ✓ Investigar y aprender a manejar el programa “AutoCAD” para así poder dar apoyo técnico al residente en la generación de planos.
- ✓ Reconocer los formatos que la empresa tenga implementados para la correcta gestión de las actividades; en caso de que no cuente con ellos, se plantea elaborarlos para llevar un control documental del proyecto.
- ✓ Se pretende implementar acciones de mejora para cada una de las falencias con las que cuenta la empresa, para así contribuir de forma positiva con los procesos administrativos y operativos.

### **8.3.Análisis de Resultados**

Este procedimiento se realiza cuando se hayan implementado las acciones de mejora en el área administrativa y operativa, para poder mejorar los procesos de gestión de obra y así realizar un adecuado seguimiento para verificar que las acciones planteadas contribuyan a lograr una mejora continua. Con base en los resultados obtenidos de la implementación de las acciones de mejora, se realizan las respectivas recomendaciones a la empresa para ser tenidas en cuenta en futuros proyectos.

## 9. Resultados del Desarrollo de la Pasantía

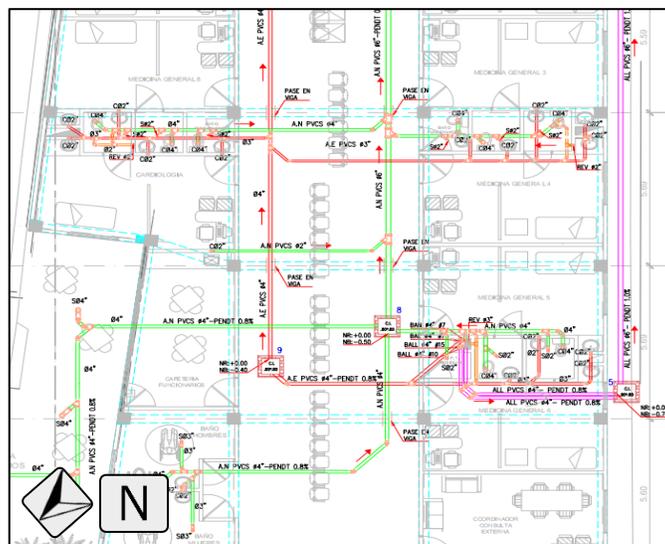
Durante el desarrollo de la pasantía como auxiliar de ingeniería, se realizaron distintas actividades propias del cargo enfocadas al área de instalación de redes sanitarias, redes hidráulicas y redes contra incendio; donde se dividieron las tareas en actividades en campo y actividades administrativas. Sin embargo, debido a la contingencia sanitaria generada por el covid-19, finalizando el mes de marzo del presente año se inició a realizar actividades administrativas desde casa optando una modalidad de teletrabajo para así cumplir con actividades requeridas por la empresa con el fin de mejorar sus procesos de gestión en obra.

### 9.1. Actividades en Campo

Las actividades en campo son todas aquellas labores que se realizaron directamente en el lugar de trabajo, es decir, en la obra. A continuación se describen las actividades en campo realizadas por el pasante:

#### 9.1.1. *Lectura e Interpretación de Planos*

Durante la inducción y capacitación que se le brindó al pasante acerca de temas técnicos y administrativos, se le dieron a conocer los respectivos planos del sistema sanitario, sistema de suministro de agua potable y sistema de protección contra incendios que se estaban ejecutando en el proyecto; para que pudiera entender la simbología, convenciones, términos utilizados en el área, ubicación espacial en plano, tipos de materiales y accesorios utilizados. El estudiante logró realizar una correcta lectura e interpretación de los planos anteriormente mencionados para poder brindar apoyo técnico al ingeniero residente durante la ejecución de las actividades laborales diarias. En la **Figura 44** se puede evidenciar una sección de un plano del sistema sanitario del primer piso del proyecto que le sirvió como base al estudiante para interpretar el sistema. De igual forma se presenta el plano de la planta primer piso del edificio (*Ver Anexo I*).



**Figura 44. Plano del Sistema Sanitario Primer Piso**

Fuente: (Hidrosanitarias, 2019)

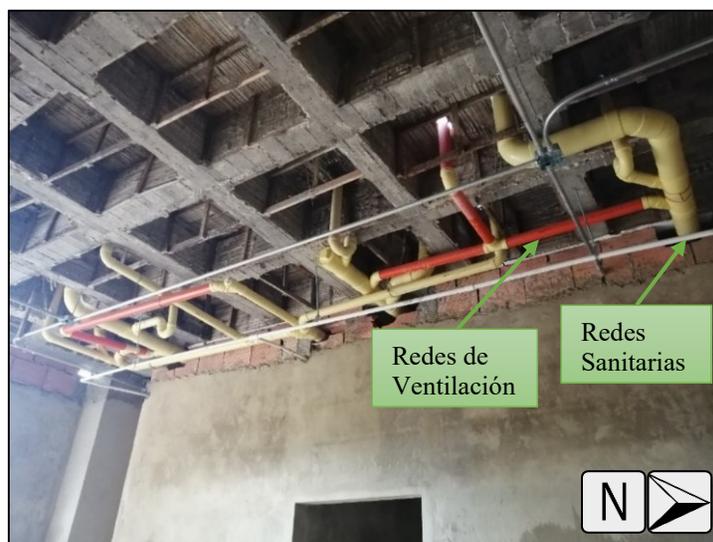
### **9.1.2. Supervisión Técnica de Avances de Obra**

Esta fue una de las actividades más importantes y constantes que el estudiante realizó durante su proceso de pasantía, ya que en este momento era donde el auxiliar de ingeniería debía llevar a la práctica todos los conocimientos obtenidos durante la formación profesional para plasmarlos en los procesos constructivos que se llevaban a cabo en el proyecto. A continuación se describen las actividades en las que el pasante brindó apoyo en la supervisión técnica de avances de obra:

**9.1.2.1. Sistema Sanitario:** Realizar una correcta supervisión a la instalación de un sistema sanitario en una edificación, es muy importante ya que si no se cumplen con las recomendaciones y estándares de las normas se pueden generar problemas que pueden afectar el correcto funcionamiento de la red a corto o largo plazo. En este proyecto se pudo evidenciar que la tipología de instalación del sistema de desagüe es seudoseparativa, mixta o combinada; ya que se cuenta con redes distintas para la conducción de aguas residuales y aguas pluviales, pero dichas redes se unen en el último colector principal antes de conectarse con la red de alcantarillado de la zona.

Posteriormente se describen las actividades realizadas por el auxiliar de ingeniería en el área de sistemas sanitarios:

- ✓ **Instalación de Redes Sanitarias:** Cumpliendo con las especificaciones técnicas y el diseño de las redes sanitarias del segundo piso entregados por la empresa, se verifica que las instalaciones de los puntos de desagüe de los aparatos sanitarios se encuentren ubicados correctamente, de igual forma que la tubería y accesorios estén debidamente soldados para evitar posibles fugas. También se revisa que la red esté soportada con ayuda de soportes tipo pera; y lo más importante, que los ramales horizontales cumplan con la pendiente requerida para garantizar el flujo del agua (**Figura 45**). El tipo de sistema de ventilación que se instaló en el proyecto es ventilación primaria.



**Figura 45. Instalación Red Sanitaria de Segundo Piso**

Fuente: Autor

- ✓ **Instalación de Redes Pluviales:** Para recoger y transportar las aguas pluviales que descenden por la cubierta de la edificación, se realizó la instalación de redes pluviales (**Figura 46**) cumpliendo con las mismas especificaciones mencionadas en la instalación de redes sanitarias.



**Figura 46. Instalación de Red Pluvial en Viga Canal**

Fuente: Autor

- ✓ **Prueba de Estanqueidad:** El pasante, junto con el ingeniero residente de la empresa y el arquitecto residente de la constructora, realizaron la prueba de estanqueidad en una red del segundo piso arrojando resultados positivos; ya que el nivel de agua que se había marcado en el tubo al inicio de la prueba, no descendió en la lectura final (**Figura 47**).



**Figura 47. Prueba de Estanqueidad en Red Sanitaria Segundo Piso**

Fuente: Autor

- ✓ **Prueba de Flujo:** El pasante tuvo la oportunidad de colaborar con la realización de la prueba de flujo en el desagüe del primer piso del área denominada “cafetería funcionarios” para verificar la pendiente y correcto funcionamiento del sistema. En la ejecución de la prueba se introdujo una pelota hecha con cinta de enmascarar para verificar que no se quede estancada durante el trayecto; dicha pelota salió perfectamente a la primera caja de inspección donde desaguaban esos puntos (**Figura 48**).



**Figura 48. Prueba de Flujo en Red Sanitaria Primer Piso**

Fuente: Autor

- ✓ **Cajas de Inspección:** El pasante brindó apoyo al ingeniero residente en la verificación de la correcta construcción de las cajas de inspección del proyecto tanto del sistema sanitario como del sistema pluvial; en donde pudo evidenciar un adecuado flujo de agua cuando se realizaron las pruebas de flujo y una perfecta realización de media cañas para evitar la acumulación de residuos sólidos en las esquinas de la caja (**Figura 49**).



**Figura 49. Instalación de Media Cañas en Cajas de Inspección**

Fuente: Autor

- ✓ **Inventario de Material:** Para obtener cantidades exactas de los insumos con los que cuenta la empresa para realizar las actividades laborales en la obra, el pasante realizó un inventario de material con el formato que fue suministrado por el ingeniero residente (*Ver Anexo 2*) en donde se familiarizo e identificó cada uno de los accesorios, tuberías y demás materiales que se requieren para la instalación de los sistemas sanitarios, suministro de agua potable y protección contra incendio (*Figura 50*).

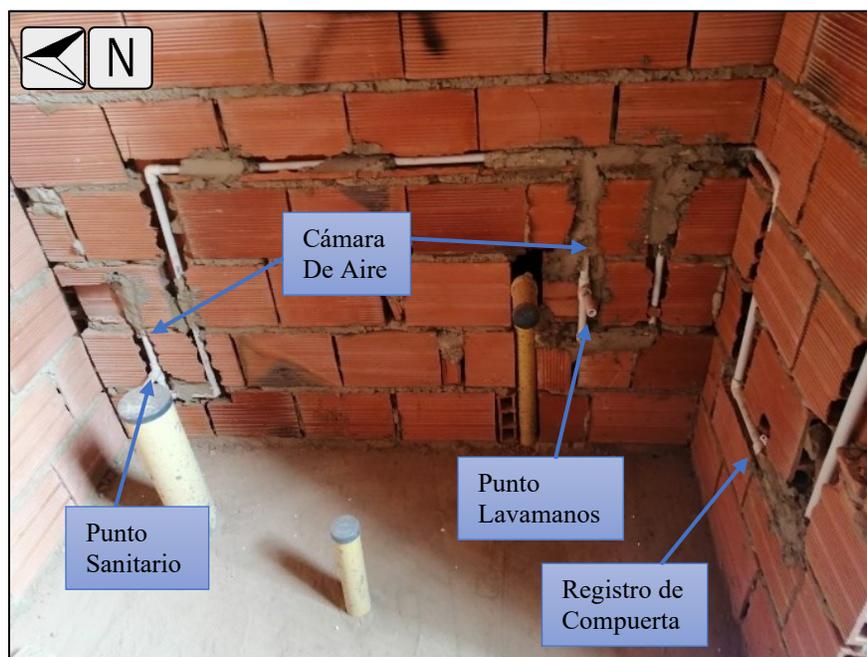


**Figura 50. Inventario de Material en Almacén**

Fuente: Autor

**9.1.2.2. Sistema de Suministro de Agua Potable:** La instalación de este tipo de sistemas deben ser estrictamente supervisados, ya que es el encargado de suministrar agua potable a cada uno de los aparatos sanitarios de la edificación; además deben cumplir con los requisitos y estándares establecidos en las normas colombianas vigentes. El sistema de abastecimiento de agua fría que se instaló en el proyecto, es de sistema directo, ya que la alimentación de agua llega de forma directa desde la red municipal sin el uso de tanques de almacenamiento. A continuación se describen las actividades realizadas por el pasante en el área de suministro de agua potable de la obra:

- ✓ **Instalación de Red Interna de Suministro de Agua Potable:** El auxiliar de ingeniería verificó algunas de las instalaciones de suministro de agua potable en los baños de la edificación; en donde revisó las alturas y distancias adecuadas de los puntos de suministro del sanitario y lavamanos, diámetro de la tubería, longitud adecuada para la cámara de aire, y su respectivo registro para controlar el paso del agua (**Figura 51**).



**Figura 51. Instalación de Red Interna de Suministro de Agua Potable**

Fuente: Autor

- ✓ **Pruebas Hidrostáticas:** Una vez finalizada la instalación de las redes de suministro de agua potable, se procede a realizar la prueba hidrostática en el sistema. El auxiliar de ingeniería coordina dicha prueba según las especificaciones estipuladas en las normas colombianas; donde se presuriza la red a 150 PSI con agua potable por medio de una bomba manual, donde se instala en uno de los puntos un manómetro de glicerina para tener lecturas al inicio y final de la prueba (*Figura 52*).



**Figura 52. Prueba Hidrostática en Sistema de Suministro de Agua Potable**

Fuente: Autor

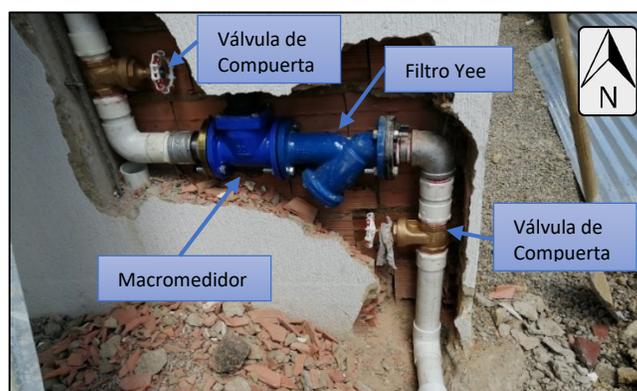
Durante la realización de una prueba hidrostática, en uno de los tramos del primer piso se presentó la ruptura de uno de los tubos que suministra agua potable al segundo piso como se evidencia en la *Figura 53*. El pasante estudió este caso y colaboró en determinar las posibles causas del daño, las cuales fueron: el uso de un tramo de tubería fisurada o dañada, uso excesivo de soldadura entre el codo y la tubería, operación incorrecta de la tubería y/o almacenamiento inadecuado del material. De igual forma apoyó en la implementación de las acciones preventivas para evitar que este caso se repita, las cuales fueron: verificación del óptimo estado del material, emplear una adecuada cantidad de soldadura, correcta manipulación, uso y almacenamiento del material.



**Figura 53. Ruptura de un Tramo de Tubo Durante Pruebas Hidrostáticas**

Fuente: Autor

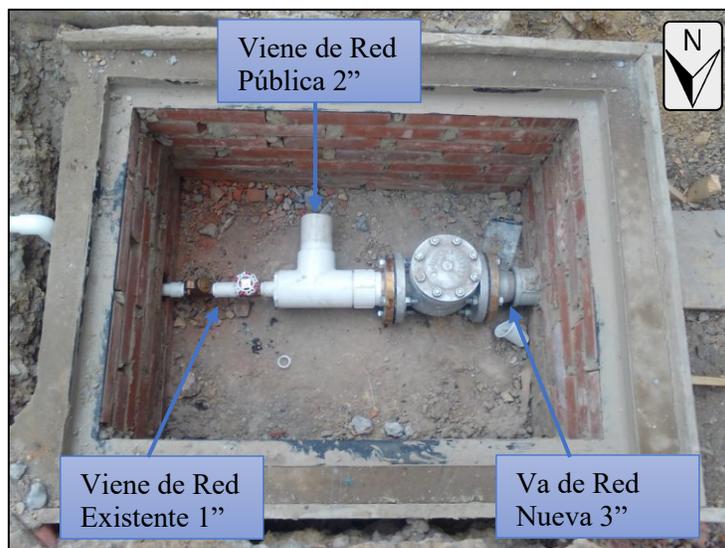
- ✓ **Instalación de Centro de Medición de Agua Potable:** Según el diseño planteado para la instalación de la estación de medición de agua potable del edificio, se pretendía instalar todos sus elementos de forma horizontal; pero debido a que todos los componentes eran de 3" de diámetro y al poco espacio con el que se contaba para realizar dicha actividad; el pasante realizó la sugerencia al ingeniero residente para que esta instalación se realizara de la siguiente forma: el macromedidor y el filtro yee que se instalaran horizontalmente y los dos registros de compuerta se instalarían verticalmente con el fin de ganar espacio. La sugerencia fue aceptada y se procedió a realizar de esa forma la instalación para poder abastecer al edificio de agua potable como se evidencia en la **Figura 54**.



**Figura 54. Instalación de Centro de Medición de Agua Potable**

Fuente: Autor

En la **Figura 55** se evidencia la acometida de conexión al centro de medición de agua potable de la edificación; donde el auxiliar de ingeniería realizó la respectiva supervisión de la instalación de sus componentes como lo son: la válvula de cheque de 3", la conexión que viene de la red pública en 2" y la conexión que viene de la red existente del hospital en 1". De igual forma, el pasante analizó e identificó el funcionamiento del centro de medición que se estaba instalando: donde el edificio en su totalidad sería alimentado por la red pública. Dado el caso que se realicen interrupciones o cortes en el suministro de agua en la zona, el edificio será alimentado por la red existente del hospital, el cual cuenta con tanques de reserva de agua potable. Este diseño se realizó con el fin de garantizar que la edificación cuente con agua las 24 horas del día.



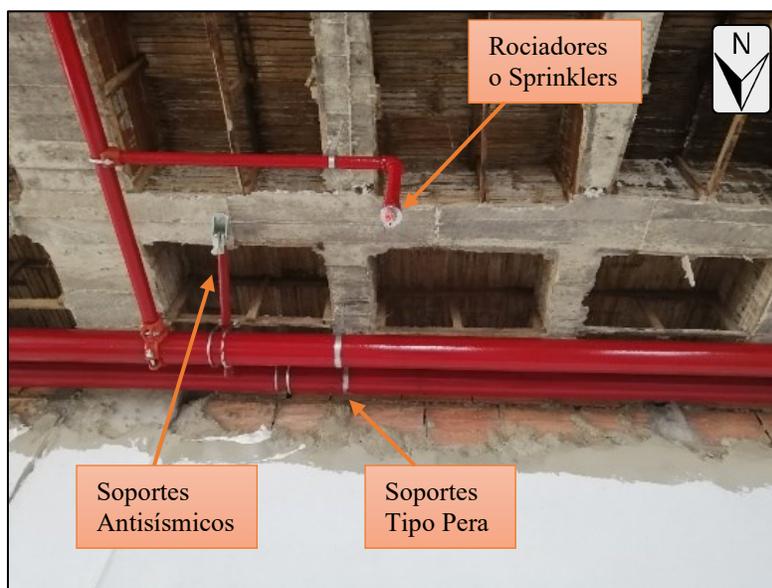
**Figura 55. Acometida de Conexión al Centro de Medición de Agua Potable**

Fuente: Autor

**9.1.2.3. Sistema De Protección Contra Incendio:** Para combatir efectivamente cualquier incendio que se pueda provocar en la edificación, es esencial realizar una correcta instalación del sistema de protección contra incendio para evitar pérdidas humanas o materiales. Durante el desarrollo de la pasantía, el estudiante estuvo brindando apoyo

y supervisión continua a las actividades que el personal operativo realizaba en este sistema describiéndolas a continuación:

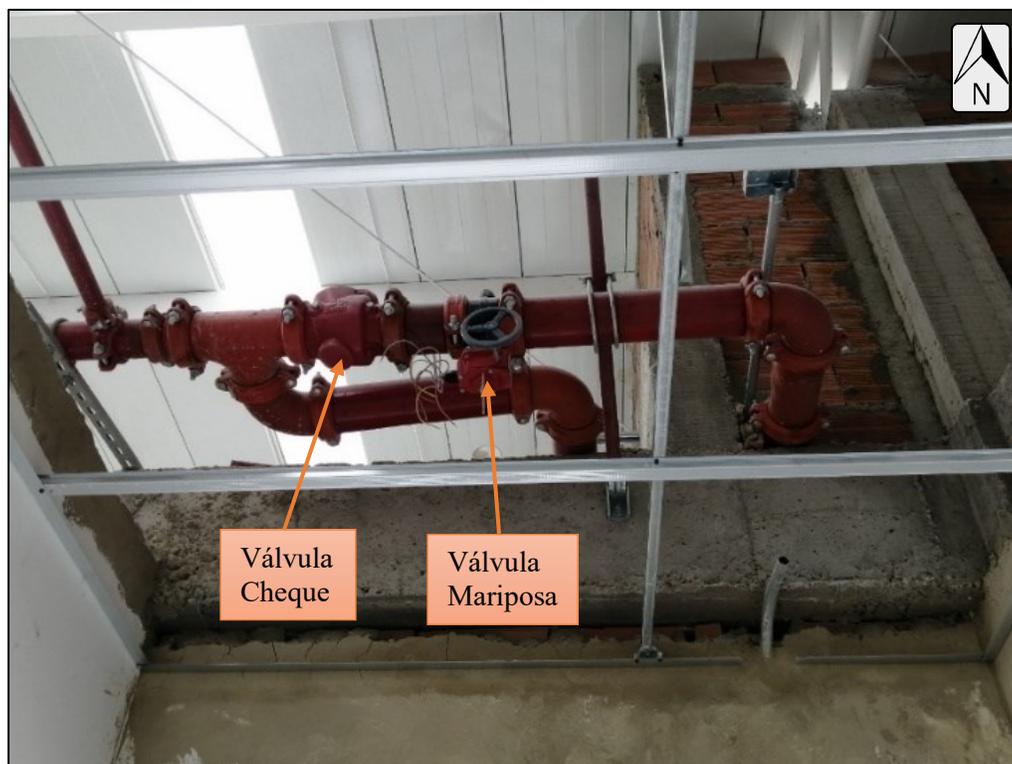
- ✓ **Instalación de Sistema de Protección Contra Incendio:** Al auxiliar de ingeniería le fueron designadas labores de supervisión en la instalación del sistema de protección contra incendio; donde debía verificar que la tubería y rociadores que estuviera instalando el personal operativo en obra, concordara con las medidas y especificaciones técnicas estipuladas en los planos; de igual forma, que la tubería estuviera debidamente pintada primero con anticorrosivo y posteriormente con color rojo fiesta. Del mismo modo, supervisar la debida instalación de la soportaría del sistema, la cual se realizó con soportes tipo pera y soportes antisísmicos para evitar daños en los ramales del sistema (**Figura 56**). El tipo de sistema de protección contra incendio que se instaló en el proyecto, es un sistema de protección activa; el cual tiene por objeto alertar sobre la generación de un incendio y poder actuar sobre él impidiendo que se extienda a otras zonas de la edificación.



**Figura 56. Instalación del Sistema de Protección Contra Incendio**

Fuente: Autor

- ✓ **Instalación de la Estación de Control o Riser:** Para poder realizar cualquier inspección, control o mantenimiento al sistema; el pasante coordina y supervisa la instalación de la estación de control o también llamada riser; en donde se verifica que se instale de forma adecuada la válvula mariposa, la válvula de cheque y el sensor de flujo en las direcciones correctas (*Figura 57*).



**Figura 57. Instalación de Estación de Control o Riser**

Fuente: Autor

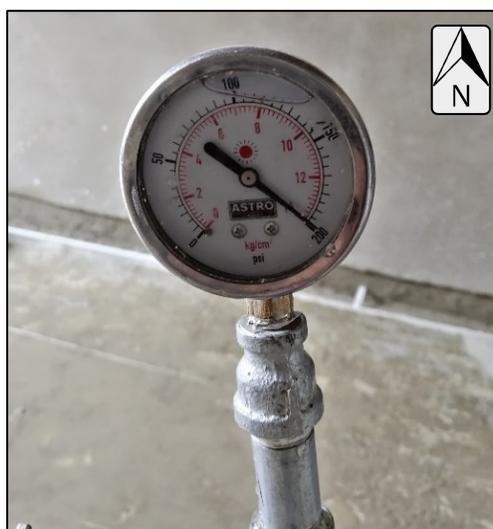
- ✓ **Ranurado y Roscado de Tubería Acero al Carbón:** Para obtener un perfecto acople entre tuberías y accesorios de este sistema; el auxiliar de ingeniería supervisa la correcta elaboración de ranuras y roscas en la tubería de acero al carbón, en donde se verifica que la profundidad de la ranura no sea superior a 2 milímetros y quede completamente derecha; de igual forma se comprueba que la elaboración de las roscas sea adecuada sin dejar rebaja en la superficie (*Figura 58*).



**Figura 58. Elaboración de Ranuras y Roscas en la Tubería**

Fuente: Autor

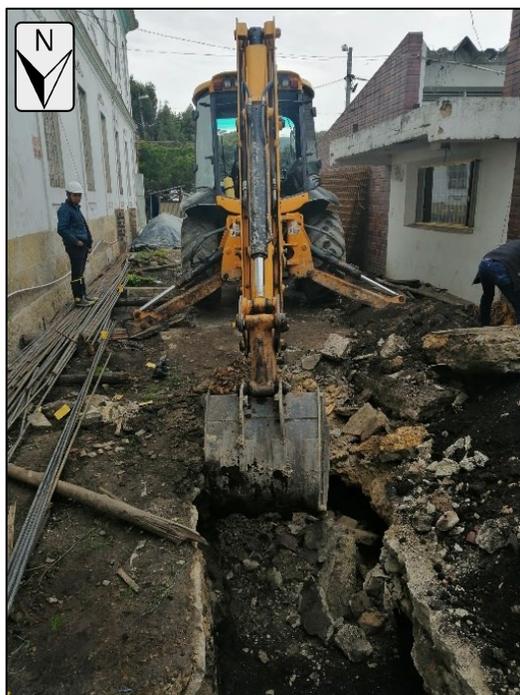
- ✓ **Pruebas Hidrostáticas:** Una vez finalizada la instalación del sistema de protección contra incendio; el pasante procede a coordinar e inspeccionar las pruebas hidrostáticas en la red utilizando la bomba manual que se utilizó en las pruebas del sistema de suministro de agua potable. Sin embargo, este sistema se debe presurizar a 200 PSI por un periodo de tiempo de 2 horas para verificar la correcta instalación de la red (**Figura 59**).



**Figura 59. Prueba Hidrostática en Sistema de Protección Contra Incendio**

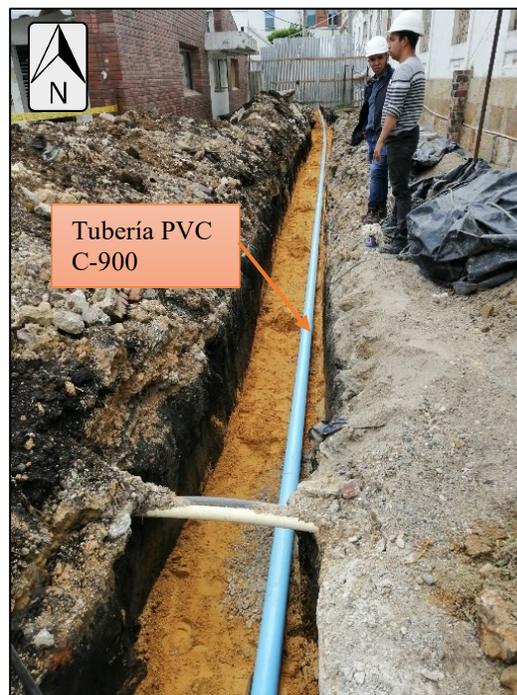
Fuente: Autor

- ✓ **Excavación y Tendido de Tubería PVC C-900:** Cuando se termina de realizar las instalaciones internas del sistema de protección contra incendio y se ejecutan las pruebas hidrostáticas; se procede a realizar la excavación para instalar la acometida principal, en donde se evidencia que el sistema del edificio va a estar suministrado por la red existente del hospital. Se realiza por parte del pasante y el ingeniero residente de la obra la respectiva supervisión de la excavación mecánica del terreno (**Figura 60**), verificando un ancho de 0.80 metros y una profundidad de 1.10 metros. En total se ejecutaron 67 metros lineales de excavación. Posteriormente se procedió a realizar la cama de arena de 0.10 metros de altura para tender la tubería y poder unir los tramos de la misma (**Figura 61**). De igual forma el pasante supervisó el correcto acople de dichos tramos de tubería.



**Figura 60. Excavación para Acometida**

Fuente: Autor



**Figura 61. Tendido de Tubería C-900**

Fuente Autor

- ✓ **Instalación de Bloques de Inercia:** Después de haber realizado el tendido de la tubería PVC C-900, se procede a fundir unos bloques de inercia o también llamados bloques de

concreto para evitar el golpe de ariete en la tubería (*Figura 62*); en donde el auxiliar de ingeniería en conjunto con el ingeniero residente, colaboró en la supervisión para realizar dichos bloques verificando la dosificación adecuada para realizar concreto de 3000 PSI. Cuando los dados de concreto alcancen su resistencia y fragüen de forma correcta, se procede a cubrir la tubería con una cama de arena de 0.10 metros de alto y se instala cinta de señalización sobre la cama de arena para advertir la existencia de la red cuando se realicen futuras excavaciones en el área (*Figura 63*).



*Figura 62. Instalación de Bloques de Inercia*

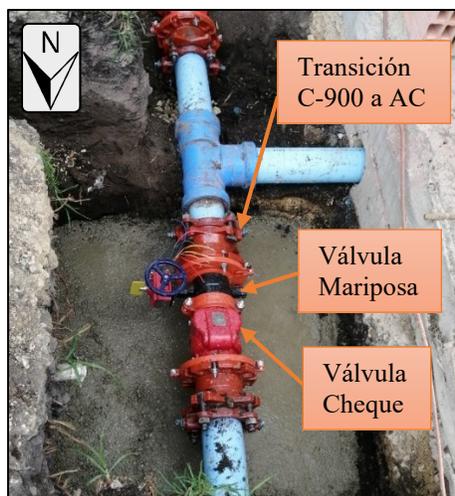
Fuente: Autor



*Figura 63. Señalización de Tubería*

Fuente: Autor

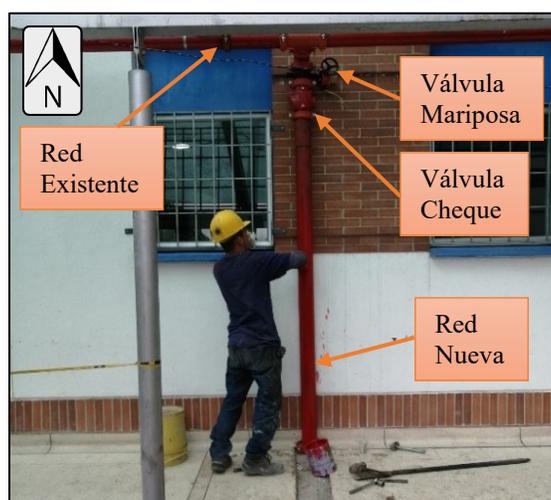
- ✓ **Conexión de Tubería PVC C-900 con Red Interna del Edificio:** Al finalizar la instalación de la acometida, se procede a realizar la instalación de válvulas de control antes de conectar la red externa con la red interna del edificio, como lo son válvulas de cheque y válvulas de mariposa. De igual forma, el auxiliar de ingeniería supervisa la conexión y la instalación de las transiciones de las redes entre tubería PVC C-900 y tubería de acero al carbón (*Figura 64*).



**Figura 64. Conexión de Tubería C-900 con Red Interna del Edificio**

Fuente: Autor

- ✓ **Conexión de Red Nueva del Edificio con Red Existente del Hospital:** Para finalizar la instalación de la red de protección contra incendio, se realiza la conexión del sistema del edificio en construcción con la red existente del hospital, unificando los sistemas para que trabajen en conjunto. De igual forma el pasante brinda apoyo en la supervisión de instalación de sistemas de control como lo son la válvula de cheque y válvula de mariposa (**Figura 65**).



**Figura 65. Conexión de Red Nueva con Red Existente del Hospital**

Fuente: Autor

- ✓ **Instalación de Gabinetes Tipo III:** En la construcción del edificio de Consulta Externa, el auxiliar de ingeniería supervisó la correcta instalación de los gabinetes contra incendio, verificando el buen estado de las válvulas de suministro de agua de 1-1/2" y 2-1/2"; de igual forma se comprueba que el gabinete quede nivelado (**Figura 66**).



**Figura 66. Instalación de Gabinetes Tipo III**

Fuente: Autor

## **9.2.Actividades Administrativas**

Así como se designaron labores en campo al auxiliar de ingeniería, también se le encomendaron actividades administrativas para complementar y reforzar la gestión en obra de la empresa Hidrosanitarias DJ S.A.S. A continuación se describen las actividades administrativas que se desarrollaron durante el periodo de pasantía:

### **9.2.1. Elaboración de Cortes de Obra**

El auxiliar de ingeniería brinda apoyo al ingeniero residente en la realización del corte de obra No. 21 (**Ver Anexo 3**) en el cual se incluyen actividades de instalación del sistema sanitario, sistema de suministro de agua potable y sistema de protección contra incendio. Dicho corte de

obra se realizó por concepto de actividades realizadas durante un periodo de 15 días, entre el contratista y la constructora.

### ***9.2.2. Control de Herramienta Menor y Maquinaria***

El auxiliar de ingeniería evidenció una falencia en el proceso administrativo para llevar un adecuado control de la herramienta menor y maquinaria con la que cuenta la empresa, ya que los elementos que se prestaban al personal operativo en muchas ocasiones se perdían o resultaban dañados. Por tal motivo el pasante implementa un formato y realiza el control diario de dichos elementos (*Ver Anexo 4*) teniendo en cuenta la cantidad de herramienta menor y maquinaria que fue suministrada por el ingeniero residente cuando se realizó la inducción y capacitación.

### ***9.2.3. Control Inventario de Material***

El control de inventario de material se realizaba por medio del formato suministrado por el ingeniero residente (*Ver Anexo 2*). Sin embargo el pasante analizó que dicho formato carecía de información básica e importante para realizar los respectivos registros y adecuado inventario de material. Por tal motivo, el auxiliar de ingeniería propuso realizar modificaciones al formato existente para poder incluir información que identifique el documento para que sea más comprensible y fácil de manejar. La propuesta fue aceptada y se realizaron dichas modificaciones al archivo existente (*Ver Anexo 5*) para contribuir con la mejora continua en las técnicas de gestión de obra y de calidad.

## **9.3. Actividades Administrativas Durante Cuarentena**

Debido a la contingencia sanitaria que se presentó finalizando del mes de marzo del presente año, al pasante se le asignaron actividades administrativas para que fueran realizadas desde casa y así poder continuar con el proceso de mejora en la gestión operativa y administrativa de la

empresa. A continuación se describen las labores que el auxiliar de ingeniería realizó en este periodo de tiempo:

### **9.3.1. Implementación de Formatos**

**9.3.1.1. Formatos de Pruebas a los Sistemas:** Una falencia que identificó el auxiliar de ingeniería, es que al momento de realizar las pruebas hidrostáticas, pruebas de flujo y pruebas de estanqueidad en los distintos sistemas, no se dejaba evidencia por escrito ni lecturas de dichas pruebas para garantizar la correcta instalación de los mismos. Por tal motivo, el pasante planteó la realización de los formatos, en donde le dieron aprobación para ejecutar dicha labor. Los formatos elaborados por el auxiliar de ingeniería se pueden evidenciar en los anexos. (*Ver Anexo 6, Anexo 7 y Anexo 8*)

**9.3.1.2. Formato Asistencia de Personal:** El auxiliar de ingeniería elaboró este formato, el cual ayuda con el control de asistencia del personal en cualquier proyecto y también sirve de base para el área contable al momento de realizar pagos de nómina y de planillas de seguridad social. (*Ver Anexo 9*)

**9.3.1.3. Formato Desprendible de Pago Nomina:** Se realiza el formato de desprendible de pago de nómina de empleados para llevar a cabo el control de gestiones financieras y contables dentro de la empresa, para así contribuir en la mejora continua de las distintas técnicas de gestión de calidad. (*Ver Anexo 10*)

**9.3.1.4. Formato Entrega de Dotación y EPP:** De igual forma se elabora el formato de entrega de dotación y epp, para llevar control de los insumos que se le entrega al personal operativo para ejecutar sus labores de forma segura cumpliendo con las normas dispuestas por el área de seguridad y salud en el trabajo. (*Ver Anexo 11*)

## 10. Conclusiones

- ✓ Durante el desarrollo de la pasantía, el estudiante puso en práctica los conocimientos adquiridos en la formación académica, realizando aportes a temas técnicos y administrativos para mejorar los procesos en obra.
- ✓ El pasante brindó apoyo al ingeniero residente para realizar la respectiva supervisión de las actividades diarias en obra, para así garantizar un adecuado avance y cumplimiento de compromisos adquiridos en los comités de obra.
- ✓ El estudiante brindó apoyo en la toma de decisiones para dar una correcta y eficaz solución a los inconvenientes que se presentaban en el proyecto, sin perjudicar el normal desarrollo de las actividades.
- ✓ Se evidenció que es de vital importancia que se cuente en la obra con las cantidades necesarias de material, adecuada maquinaria y personal operativo para cumplir con las actividades programadas para evitar atrasos en la ejecución de las labores.
- ✓ Realizando la actualización y creación de formatos para las actividades fundamentales que desarrolla la empresa, se garantiza una adecuada gestión documental de la parte administrativa, brindando confianza al cliente y altos estándares de calidad del trabajo que se realiza durante la ejecución del proyecto, obteniendo resultados eficientes en la gestión de obra.
- ✓ Los formatos realizados por el pasante durante la ejecución de sus actividades administrativas, asegura una mejora continua de la gestión de obra en los procesos constructivos y de calidad.

- ✓ Durante la supervisión de actividades realizadas en obra, se realiza el respectivo registro fotográfico para soportar las actividades que realizó el pasante enriqueciendo sus conocimientos teóricos adquiridos en la formación académica.
- ✓ El estudiante fortaleció sus conocimientos y habilidades en el área de sistemas sanitarios, sistemas de suministro de agua potable y sistemas de protección contra incendio.

## 11. Recomendaciones

- ✓ Con la actualización y creación de nuevos formatos, se recomienda hacer uso de ellos para llevar un mejor control documental al interior de la empresa mejorando la gestión administrativa de la obra.
- ✓ Al momento de realizar el inventario de material disponible en el almacén, se sugiere que dicha información se maneje totalmente digital; ya que por este medio se puede actualizar adecuadamente el formato cada vez que el personal operativo necesite sacar material; procedimiento que si se realiza de forma física, no se tendría una base ordenada, legible y actualizada de los insumos.
- ✓ En la ejecución del sistema sanitario, sistema de ventilación y sistema de suministro de agua potable, se aconseja que se cuándo se realice la respectiva soldadura de tubería y accesorios de PVC, se efectúen con soldadura de color verde; para así garantizar de forma visual que todas las uniones estén debidamente pegadas y se eviten reprocesos durante la realización de pruebas de flujo, pruebas de estanqueidad y pruebas hidrostáticas.
- ✓ Realizar el respectivo mantenimiento preventivo a la maquinaria como roscadora y ranuradora, para garantizar un adecuado funcionamiento durante la ejecución de las labores, minimizando los riesgos de daño a las mismas y posibles atrasos en el cronograma de actividades.
- ✓ Acatar y hacer cumplir las especificaciones técnicas y medidas plasmadas en los planos de diseño del sistema sanitario; ya que si los puntos de desagüe no quedan ubicados a las distancias que menciona el plano, al momento de realizar la instalación de los aparatos

sanitarios se presentarán inconvenientes lo que generaría un reproceso para arreglar el punto y poder instalar el aparato correctamente.

- ✓ En el sistema de suministro de agua potable se recomienda que la instalación del adaptador macho para la alimentación de agua del aparato sanitario quede a ras de muro; ya que si el adaptador queda salido, corre el riesgo de que con cualquier objeto que caiga sobre él, dañe el tramo de tubo y se tenga que arreglar la instalación de dicha área.
- ✓ Adquirir una bomba mecánica para realizar las pruebas hidrostáticas en los sistemas; ya que con la bomba manual con la que se realizaron las pruebas en el proyecto, requiere de mucho tiempo y desgaste físico del personal.
- ✓ Capacitar al personal en el uso adecuado de copa sierras para realizar perforaciones en la tubería de acero al carbón; ya que si no se realizan de la forma correcta, los dientes de la copa sierra se desgastan muy rápido e incluso se fracturan dañando la herramienta y generando pérdidas económicas para la empresa.
- ✓ Se recomienda que para la tubería de PVC presión de un diámetro mayor a  $\frac{3}{4}$ " , se corte 0.05 metros (5 centímetros) de los extremos del tubo; ya que en dichas áreas es muy frecuente que la tubería este fisurada y se puedan generar roturas del tubo cuando se realicen las pruebas hidrostáticas en el sistema.
- ✓ Se sugiere que una vez se realicen y queden aprobadas las pruebas de flujo y pruebas de estanqueidad de los sistemas sanitarios, se tapen las aberturas de los tubos soldando un tapón de prueba en su extremo. Esto se realiza para evitar que el personal en obra arroje elementos sólidos a las tuberías de desagüe y puedan generar obstrucciones o taponamiento de la red.

## 12. Referencias Bibliográficas

- AWWA. (2020). *Manual Técnico Sistema Hidráulico de PVC para Agua a Presión*.  
<https://www.durman.com/descargas/C900/Guiainstalacion/MTDurmanC900.pdf>
- Becerril L., D. O. (2009). *Datos Prácticos de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias* (2ª. ed.).  
 México D.F. [https://www.academia.edu/38843167/Instalaciones\\_hidraulicas\\_y\\_sanitarias\\_-\\_Diego\\_Onesimo\\_Becerril\\_L?email\\_work\\_card=view-paper](https://www.academia.edu/38843167/Instalaciones_hidraulicas_y_sanitarias_-_Diego_Onesimo_Becerril_L?email_work_card=view-paper)
- Botero B., J. B. (2014). *Conferencia Para Arquitectos de Instalaciones Hidráulicas, Sanitarias y Eléctricas*. <http://www.bdigital.unal.edu.co/12584/1/juanbernardoboterobotero.2014.pdf>
- Castillo Anselmi, L. (2016). *Instalaciones Sanitarias de Edificaciones* (1ª. ed.). Macro EIRL.
- Cype, I. S. A. (2020). *Caja de inspección - Generador de precios de la construcción*.  
[http://www.colombia.generadordeprecios.info/obra\\_nueva/Acondicionamiento\\_del\\_terreno/Red\\_de\\_desague/Cajas\\_de\\_inspeccion/Caja\\_de\\_inspeccion.html](http://www.colombia.generadordeprecios.info/obra_nueva/Acondicionamiento_del_terreno/Red_de_desague/Cajas_de_inspeccion/Caja_de_inspeccion.html)
- Dian. (2020). *Registro Único Tributario - RUT*.  
<https://muisca.dian.gov.co/WebDashboard/DefDashboard.faces?idRequest=896c6a14c0a8d12203cb7c933fffb46d>
- Durman. (2020a). *Guía de Instalación Sistema de Tubería y Accesorios para Redes Contra Incendio C900*. <https://www.durman.com/descargas/C900/Guiainstalacion/GIC900.pdf>
- Durman. (2020b). *Tubos y Accesorios en PVC*. <http://www.durman.com.co/noticias/2014/Marzo/28.html>
- Eduardo, J. (2020). *Procesos de fabricación. Ventajas y Desventajas Del Hierro*.  
[https://www.academia.edu/14882410/procesos\\_de\\_fabricacion](https://www.academia.edu/14882410/procesos_de_fabricacion)
- Gerfor. (2020a). *Ficha Técnica Tubería Sanitaria y Ventilación*.  
[http://www.gerfor.com/images/Descargas/FT\\_Sanitaria\\_y\\_Ventilacion.pdf](http://www.gerfor.com/images/Descargas/FT_Sanitaria_y_Ventilacion.pdf)
- Gerfor. (2020b). *Productos Tubosistemas Construcción*.  
<http://www.gerfor.com/productos/tubosistemas/costruccion>
- Google Maps. (2020). *Localizacion del Hospital San Rafael de Facatativá*.  
<https://www.google.com/maps/place/Antiguo+Hospital+San+Rafael/@4.806599,-74.3510122,225m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x70741d174912781b!8m2!3d4.8063474!4d-74.3498861>
- Hidrosanitarias, D. J. (2019). *Brochure de Servicios Empresariales Hidrosanitarias DJ S.A.S.*
- Icontec. (2004). *NTC 1500 - Código Colombiano de Fontanería* (2ª. act). Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).

- Icontec. (2006a). *NTC 1087 - Tubos de Policloruro de Vinilo (PVC) Rígido para Uso Sanitario, Aguas Lluvias y Ventilación* (4ª. act.). Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). <https://es.slideshare.net/94504225/ntc-1087-tuberias-pvc>
- Icontec. (2006b). *NTC 1341 - Accesorios de Policloruro de Vinilo (PVC) Rígido para Tubería Sanitaria, Aguas Lluvias y Ventilación* (7ª. act.). Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). <https://docplayer.es/67582648-Norma-tecnica-colombiana-1341.html>
- Icontec. (2008). *NTC 576 - Cemento Solvente para Sistemas de Tubos Plásticos de Policloruro de Vinilo (PVC)* (4ª. act.). Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). <https://es.scribd.com/doc/282835160/ntc-576>
- Icontec. (2009a). *NTC 1669 - Norma Para la Instalación de Conexiones de Mangueras Contra Incendio* (2ª. act.). Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). [https://www.academia.edu/20013196/NTC\\_1669\\_NORMA\\_PARA\\_LA\\_INSTALACION\\_DE\\_CONEXIONES\\_DE\\_MANGUERAS\\_CONTRA\\_INCENDIO](https://www.academia.edu/20013196/NTC_1669_NORMA_PARA_LA_INSTALACION_DE_CONEXIONES_DE_MANGUERAS_CONTRA_INCENDIO)
- Icontec. (2009b). *NTC 2885 - Extintores Portátiles Contra Incendios* (2ª. act.). Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). <https://es.slideshare.net/DarioGarBboy/norma-tnica-colombiana-ntc-2885-segunda-actualizacin>
- Icontec. (2011a). *NTC 2301 - Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores* (1ª. act.). Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). [https://www.academia.edu/33717667/NORMA\\_PARA\\_LA\\_INSTALACION\\_DE\\_SISTEMAS\\_DE\\_ROCIADORES](https://www.academia.edu/33717667/NORMA_PARA_LA_INSTALACION_DE_SISTEMAS_DE_ROCIADORES)
- Icontec. (2011b). *NTC 382 - Tubos de Policloruro de Vinilo (PVC) Clasificados Según la Presión (Serie RDE)* (12ª. act.). Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). <https://www.icontec.org/rules/plasticos-tubos-de-policloruro-de-vinilo-pvc-clasificados-segun-la-presion-serie-rde/>
- Icontec. (2016). *NTC 1339 - Accesorios de Policloruro de Vinilo (PVC) Schedule 40* (9ª. act.). Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). <http://docplayer.es/153825725-Norma-tecnica-colombiana-1339.html>
- Icontec. (2017). *NTC 1500 - Código Colombiano de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias* (3ª. act.). Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). [http://www.aprocof.co/descargas/icontec/PRESENTACION\\_ICONTEC\\_NTC-1500\\_2.pdf](http://www.aprocof.co/descargas/icontec/PRESENTACION_ICONTEC_NTC-1500_2.pdf)
- Jiménez López, L. (2003). *Instalaciones Hidrosanitarias* (1ª. ed). Grupo Editorial CEAC. <https://books.google.com.co/books?id=LOanKPkMsvQC&printsec=frontcover&dq=instalaciones+hidrosanitarias&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjZ06TovvoAhUETd8KHYY6hCD4Q6AEIMDAB#v=onepage&q=instalaciones+hidrosanitarias&f=false>
- Jimeno Blasco, E. (2005). *Instalaciones Sanitarias en Edificaciones*. Colegio de Ingenieros Del

- Perú. <https://www.udocz.com/read/instalaciones-sanitarias-en-edificaciones-ing-enrique-jimeno-blasco-1>
- Mariani, C. (2008). *Manual de Albañilería, Las Instalaciones Sanitarias de la Casa* (2ª. ed). SINCO Editores.  
[https://www.academia.edu/35045884/Manual\\_de\\_Instalaciones\\_Sanitarias\\_en\\_Edificaciones\\_Manual\\_de\\_albanileria](https://www.academia.edu/35045884/Manual_de_Instalaciones_Sanitarias_en_Edificaciones_Manual_de_albanileria)
- Ministerio de Ambiente, & Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010a). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) - Título J: Requisitos de la Protección Contra Incendios en Edificaciones*.  
<https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/10titulo-j-nsr-100.pdf>
- Ministerio de Ambiente, & Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010b). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) - Título K: Requisitos Complementarios*. <https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/11titulo-k-nsr-100.pdf>
- MLT Racores. (2020). *Accesorios PVC*. <http://www.mltracores.com/ferreteria/accesorios-pvc>
- Neira Rodríguez, J. A. (2015). *Instalaciones de Protección contra Incendios* (1ª. ed). F.C. Editorial.  
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=4AgbP18SIxgC&oi=fnd&pg=PA235&dq=protección+contra+incendios&ots=5AP407g2sl&sig=8UQER47-GV60d9N8t9zWsh795-w#v=onepage&q=protección+contra+incendios&f=false>
- NFPA. (2006). *NFPA 14 - Normas para la Instalación de Sistemas de Tubería Vertical y de Mangueras*. <https://es.slideshare.net/Yamarada/nfpa-142007espaol-65059065>
- NFPA. (2007a). *NFPA 10 - Norma para Extintores Portátiles Contra Incendios*. <http://parquearvi.org/wp-content/uploads/2016/11/Norma-NFPA-10.pdf>
- NFPA. (2007b). *NFPA 13 - Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores*. <https://es.scribd.com/doc/101900168/NFPA-13-2007-ESPANOL>
- NFPA. (2010). *NFPA 24 - Norma para la Instalación de Tuberías para Servicio Privado de Incendios y sus Accesorios*. [https://kupdf.net/download/nfpa-24-espa-ntilde-ol-2010\\_58e17c92dc0d6072068970f1\\_pdf](https://kupdf.net/download/nfpa-24-espa-ntilde-ol-2010_58e17c92dc0d6072068970f1_pdf)
- Ortiz B., J. (2014). *Instalaciones Sanitarias*. Universidad Nacional de Ingeniería.  
<https://es.slideshare.net/WYLLKING/instalaciones-sanitarias-ortiz-31189694>
- Pavco Wavin. (2020a). *Manual Técnico Tubosistemas Construcción*. <https://pavcowavin.com.co/manuales-tecnicos>
- Pavco Wavin. (2020b). *Manual Técnico Tubosistemas Presión PVC*. <https://pavcowavin.com.co/manuales-tecnicos>

- Pavco Wavin. (2020c). *Manual Técnico Tubosistemas Sanitaria*.  
<https://pavcowavin.com.co/manuales-tecnicos>
- Pérez Carmona, R. (2010). *Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas para Edificaciones* (6ª. ed.). Ecoe Ediciones.
- Pérez Carmona, R. (2015). *Instalaciones Hidrosanitarias, de Gas y de Aprovechamiento de Aguas Lluvias en Edificaciones* (7ª. ed). Ecoe Ediciones.  
[https://books.google.com.co/books?id=F9s3DgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=instalaciones+hidrosanitarias&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjZ06TovvoAhUETd8KHYY6hCD4Q6AEIJzAA#v=onepage&q=instalaciones hidrosanitarias&f=false](https://books.google.com.co/books?id=F9s3DgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=instalaciones+hidrosanitarias&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjZ06TovvoAhUETd8KHYY6hCD4Q6AEIJzAA#v=onepage&q=instalaciones+hidrosanitarias&f=false)
- Pérez Carmona, R. (2019). *Instalaciones Hidrosanitarias, de Gas y de Aprovechamiento de Aguas Lluvias en Edificaciones* (8ª. ed). Ecoe Ediciones.  
<http://ezproxy.uan.edu.co:2071/stage.aspx?il=8806&pg=1&ed=>
- Rodriguez Perez, D. E. (2017). *Concepto Técnico de Proyecto de “Construcción del Edificio de Consulta Externa de la ESE Hospital San Rafael de Facatativá.”*  
<http://www.hospitalfacatativa.gov.co/FTP/HSRF/CONVOCATORIA/2018/NOVIEMBRE/000332445 CONCEPTO INTEGRAL FACATATIVA.pdf>
- Rues. (2020). *Registro Único de Proponentes - RUP*. <https://www.rues.org.co/RUP>
- Soriano Rull, A., & Pancorbo Floristán, F. J. (2012). *Suministro Distribución y Evacuación Interior de Agua Sanitaria* (1ª. ed.). Marcombo Ediciones Técnicas.  
[https://books.google.com.co/books?id=yohmIAo6Z-8C&printsec=frontcover&dq=instalaciones+hidrosanitarias&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjImIGkwOvoAhWrTd8KHahlBGU4ChDoAQhFMAQ#v=onepage&q=instalaciones hidrosanitarias&f=false](https://books.google.com.co/books?id=yohmIAo6Z-8C&printsec=frontcover&dq=instalaciones+hidrosanitarias&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjImIGkwOvoAhWrTd8KHahlBGU4ChDoAQhFMAQ#v=onepage&q=instalaciones+hidrosanitarias&f=false)
- Tuvalrep. (2020a). *Red Contra Incendio*. <https://tuvalrep.com.co/red-contra-incendio/>
- Tuvalrep. (2020b). *Válvulas Tipos y Usos*. <https://tuvalrep.com.co/2018/10/16/valvulas-tipos-y-usos/>
- Urzua, P. (2012). *Instalaciones Sanitarias: Materiales Hierro Fundido*.  
<https://es.slideshare.net/urzuarq/instalacion-sanitaria-12579921>

**ANEXOS**



## Anexo 2. Inventario de Material

INVENTARIO ALMACEN SANITARIA						
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD EN ALMACEN	UND	CANTIDAD UNIDADES SALIENTES	FECHA DE SALIDA DE MATERIAL	PERSONA QUE SACA EL MATERIAL
BUJE 2"X1-1/2"	SANITARIA	80	UND			
BUJE 3"X2"	SANITARIA	0	UND			
BUJE 4"X2"	SANITARIA	1	UND			
BUJE 4"X3"	SANITARIA	6	UND			
BUJE 6"X4"	SANITARIA	0	UND			
CHAZO EXPANSIVO 3/8"	SANITARIA	0	UND			
CODO 2" CXC	SANITARIA	0	UND			
CODO 3" CXC	SANITARIA	8	UND			
CODO 3" CXC	SANITARIA	13	UND			
CODO 3" CXC	SANITARIA	0	UND			
CODO 4" CXC	SANITARIA	31	UND			
CODO 6" CXC	SANITARIA	2	UND			
ESTOPA	SANITARIA	5	UND			
LIMPIADOR PVC	SANITARIA	6	UND			
SEMICODO 2" CXC	SANITARIA	4	UND			
SEMICODO 3" CXC	SANITARIA	6	UND			
SEMICODO 3" CXC	SANITARIA	0	UND			
SEMICODO 4" CXC	SANITARIA	9	UND			
SEMICODO 6" CXC	SANITARIA	1	UND			
SIFON 2" CXC	SANITARIA	9	UND			
SIFON 3" CXC	SANITARIA	0	UND			
SIFON 3" CXC	SANITARIA	1	UND			
SIFON 4" CXC	SANITARIA	1	UND			
SOLDADURA PVC	SANITARIA	5	UND			
TAPA PRUEBA 2"	SANITARIA	9	UND			
TAPA PRUEBA 3"	SANITARIA	5	UND			
TAPA PRUEBA 4"	SANITARIA	20	UND			
TAPON DE INSPECCION 2"	SANITARIA	2	UND			
TAPON DE INSPECCION 3"	SANITARIA	1	UND			
TAPON DE INSPECCION 4"	SANITARIA	3	UND			
TEE 2"	SANITARIA	14	UND			
TEE 3"	SANITARIA	5	UND			
UNION 2"	SANITARIA	5	UND			
UNION 3"	SANITARIA	13	UND			
UNION 4"	SANITARIA	14	UND			
UNION 6"	SANITARIA	1	UND			
VARILLA TIPO ESPARRAGO 3/8" X 3MT	SANITARIA	0	UND			
YEE 2"	SANITARIA	8	UND			
YEE 3"	SANITARIA	20	UND			
YEE 3"X2"	SANITARIA	0	UND			
YEE 4"	SANITARIA	0	UND			
YEE 4"X2"	SANITARIA	12	UND			
YEE 4"X3"	SANITARIA	2	UND			
TUBO 2" SANITARIO	SANITARIA	5	UND			
TUBO 2" VENTILACION	SANITARIA	3	UND			
TUBO 3" SANITARIO	SANITARIA	6	UND			
TUBO 3" VENTILACION	SANITARIA	6	UND			
TUBO 4" SANITARIO	SANITARIA	10	UND			
TUBO 6" SANITARIO	SANITARIA	1	UND			
TUBO 4" C900	C900	0	UND			

INVENTARIO ALMACEN POTABLE						
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD EN ALMACEN	UND	CANTIDAD UNIDADES SALIENTES	FECHA DE SALIDA DE MATERIAL	PERSONA QUE SACA EL MATERIAL
ADAPTADOR MACHO 1/2"	PVC-P	30	UND			
ADAPTADOR MACHO 1-1/2"	PVC-P	0	UND			
BUJE 1"X3/4"	PVC-P	3	UND			
BUJE 1-1/2"X1/2"	PVC-P	3	UND			
BUJE 1-1/2"X3/4"	PVC-P	4	UND			
BUJE 2"X1"	PVC-P	4	UND			
BUJE 2"X1/2"	PVC-P	0	UND			
BUJE 2"X1-1/2"	PVC-P	0	UND			
BUJE 2"X3/4"	PVC-P	0	UND			
BUJE 2-1/2"X1"	PVC-P	0	UND			
BUJE 2-1/2"X1/2"	PVC-P	0	UND			
BUJE 2-1/2"X1-1/2"	PVC-P	5	UND			
BUJE 2-1/2"X2"	PVC-P	1	UND			
BUJE 2-1/2"X3/4"	PVC-P	0	UND			
BUJE 3"X1-1/2"	PVC-P	1	UND			
BUJE 3"X2"	PVC-P	0	UND			
BUJE 3"X2-1/2"	PVC-P	4	UND			
BUJE 3"X3/4"	PVC-P	0	UND			
BUJE 3/4"X1/2"	PVC-P	21	UND			
CODO 1"	PVC-P	1	UND			
CODO 1/2"	PVC-P	8	UND			
CODO 1-1/2"	PVC-P	0	UND			
CODO 2"	PVC-P	2	UND			
CODO 3"	PVC-P	4	UND			
CODO 3/4"	PVC-P	16	UND			
REGISTRO 1/2" RED WHITE	PVC-P	21	UND			
REGISTRO 1-1/2" RED WHITE	PVC-P	0	UND			
REGISTRO 2" RED WHITE	PVC-P	0	UND			
REGISTRO 2-1/2" RED WHITE	PVC-P	0	UND			
REGISTRO 3" RED WHITE	PVC-P	0	UND			
TAPON LISO 1"	PVC-P	3	UND			
TAPON LISO 1/2"	PVC-P	42	UND			
TAPON LISO 1-1/2"	PVC-P	0	UND			
TAPON ROSCADO 1/2"	PVC-P	70	UND			
TAPON ROSCADO 1-1/2"	PVC-P	0	UND			
TEE 1/2"	PVC-P	0	UND			
TEE 1-1/2"	PVC-P	0	UND			
TEE 2"	PVC-P	0	UND			
TEE 2-1/2"	PVC-P	3	UND			
TEE 3"	PVC-P	2	UND			
TEE 3/4"	PVC-P	21	UND			
TUBO 1"	PVC-P	7	UND			
TUBO 1/2"	PVC-P	13	UND			
TUBO 1-1/2"	PVC-P	3	UND			
TUBO 2"	PVC-P	2	UND			
TUBO 2-1/2"	PVC-P	2	UND			
TUBO 3"	PVC-P	0	UND			
TUBO 3/4"	PVC-P	5	UND			
UNION 1"	PVC-P	0	UND			
UNION 1/2"	PVC-P	44	UND			
UNION 1-1/2"	PVC-P	0	UND			
UNION 2"	PVC-P	20	UND			
UNION 2-1/2"	PVC-P	10	UND			
UNION 3"	PVC-P	1	UND			
UNION 3/4"	PVC-P	46	UND			

## Continuación Anexo 2. Inventario de Material

INVENTARIO ALMACEN INCENDIO						
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD EN ALMACEN	UND	CANTIDAD UNIDADES SALIENTES	FECHA DE SALIDA DE MATERIAL	PERSONA QUE SACA EL MATERIAL
ANTICORROSIVO ROJO	AC	0	UND			
BROCHAS 3"	AC	1	UND			
CHAZOS EXPANSIVOS DE 3/8"	AC	2	CAJA			
CODO RANURADO 1-1/4" (42 mm)	AC	25	UND			
CODO RANURADO 4"	AC	0	UND			
CODO ROSCADO 1"	AC	10	UND			
CODO ROSCADO 1-1/2" (48 mm)	AC	2	UND			
CODO ROSCADO 2-1/2" (73 mm)	AC	7	UND			
COPA RANURA ROSCA 1-1/2" X1" (48x33 mm)	AC	0	UND			
COPA RANURA ROSCA 1-1/4" X1" (42x33 mm)	AC	7	UND			
COPA RANURA ROSCA 2" X1" (60x33 mm)	AC	2	UND			
COPA RANURADA 1-1/2" X1-1/4" (48x42 mm)	AC	5	UND			
COPA RANURADA 2" X1-1/2" (60x48 mm)	AC	0	UND			
COPA RANURADA 2" X1-1/4" (60x42 mm)	AC	0	UND			
COPA RANURADA 2-1/2" X1" (73x33 mm)	AC	0	UND			
COPA RANURADA 2-1/2" X1-1/2" (73x48 mm)	AC	2	UND			
COPA RANURADA 2-1/2" X1-1/4" (73x42 mm)	AC	0	UND			
COPA RANURADA 2-1/2" X2" (73x60 mm)	AC	2	UND			
COPA RANURADA 3" X1-1/2" (89x48 mm)	AC	3	UND			
COPA RANURADA 3" X1-1/4" (89x42 mm)	AC	1	UND			
COPA RANURADA 3" X2-1/2" (89x73 mm)	AC	0	UND			
COPA RANURADA 4" X1" (114x33 mm)	AC	4	UND			
COPA RANURADA 4" X1-1/2" (114x48 mm)	AC	9	UND			
COPA RANURADA 4" X1-1/4" (114x42 mm)	AC	8	UND			
COPA RANURADA 4" X2-1/2" (114x73 mm)	AC	1	UND			
COPA RANURADA 4" X3" (114x89 mm)	AC	0	UND			
COPA ROSCADA 1" X1/2"	AC	125	UND			
COUPLING 1-1/2" (48 mm)	AC	15	UND			
COUPLING 1-1/4" (42 mm)	AC	25	UND			
COUPLING 2" (60 mm)	AC	8	UND			
COUPLING 2-1/2" (73 mm)	AC	17	UND			
COUPLING 3" (89 mm)	AC	4	UND			
COUPLING 4" (114 mm)	AC	35	UND			
ESCUDOS PARA SPRINKLER	AC	125	UND			
GABINETE TIPO III	AC	0	UND			
GASTOP FUERZA ALTA	AC	0	UND			
NIPLE ROSCA RANURA 1-1/2" X 15 CM	AC	0	UND			
NIPLE ROSCA RANURA 2-1/2" X 15 CM	AC	0	UND			
PINTURA COLOR ROJO FIESTA	AC	2	UND			
REGISTRO 1-1/2" PARA GABINETE	AC	0	UND			
REGISTRO 2-1/2" PARA GABINETE	AC	0	UND			
REGISTRO VISOR TEST & DRAIN 1/2"	AC	1	UND			
REGISTRO VISOR TEST & DRAIN 1-1/4"	AC	2	UND			
RODILLO 3"	AC	2	UND			
SENSOR DE FLUJO 4"	AC	0	UND			
SOPORTE ANTISISMICO 1-1/2"	AC	0	UND			
SOPORTE ANTISISMICO 1-1/4"	AC	0	UND			
SOPORTE ANTISISMICO 2"	AC	1	UND			
SOPORTE ANTISISMICO 2-1/2"	AC	0	UND			
SOPORTE ANTISISMICO 3"	AC	1	UND			
SOPORTE ANTISISMICO 4"	AC	1	UND			
SOPORTE TIPO PERA 1"	AC	35	UND			
SOPORTE TIPO PERA 1/2"	AC	6	UND			
SOPORTE TIPO PERA 1-1/2"	AC	22	UND			
SOPORTE TIPO PERA 1-1/4"	AC	12	UND			
SOPORTE TIPO PERA 2"	AC	14	UND			
SOPORTE TIPO PERA 2-1/2"	AC	0	UND			
SOPORTE TIPO PERA 3"	AC	14	UND			
SOPORTE TIPO PERA 3/4"	AC	37	UND			
SOPORTE TIPO PERA 4"	AC	20	UND			
SPRINKLER	AC	125	UND			
STRAP 1-1/2" X1" ROSCADA (48x33 mm)	AC	0	UND			
STRAP 1-1/4" X1" ROSCADA (42x33 mm)	AC	1	UND			
STRAP 2-1/2" X1" ROSCADA (73x33 mm)	AC	2	UND			
STRAP 3" X1" ROSCADA (89x33 mm)	AC	2	UND			
STRAP 4" X1" ROSCADA (114x33 mm)	AC	0	UND			
TAPON MACHO ROSCADO 1/2"	AC	125	UND			
TAPON RANURADO 2"	AC	1	UND			
TEE MECANICA 4" X 1-1/2" RANURADA (114x48 mm)	AC	4	UND			
TEE MECANICA 4" X1" ROSCADA (114x33 mm)	AC	4	UND			
TEE MECANICA 4" X1-1/4" RANURADA (114x42 mm)	AC	2	UND			
TEE RANURADA 1-1/2" (48 mm)	AC	2	UND			
TEE RANURADA 2" (60 mm)	AC	1	UND			
TEE RANURADA 2-1/2" (73 mm)	AC	0	UND			
TEE RANURADA 2-1/2" X1-1/2" (73x48 mm)	AC	0	UND			
TEE RANURADA 3" (89 mm)	AC	2	UND			
TEE RANURADA 4"	AC	11	UND			
TEE REDU. RAN. 2-1/2" X1-1/2" (73x48 mm)	AC	1	UND			
TEE ROSCADA 1"	AC	8	UND			
TEFLON INDUSTRIAL	AC	7	UND			
THINNER	AC	0	UND			
TUBO 1" ROSCADO	AC	9	UND			
TUBO 1-1/2" RANURADO	AC	5	UND			
TUBO 1-1/4" RANURADO	AC	5	UND			
TUBO 2" RANURADO	AC	2	UND			
TUBO 2-1/2" RANURADO	AC	2	UND			
TUBO 3" RANURADO	AC	1	UND			
TUBO 4" RANURADO	AC	0	UND			
VALVULA CONTROLADORA 4"	AC	0	UND			
VALVULA DE ALIVIO 3/4"	AC	0	UND			
VALVULA DE CHEQUE 4"	AC	1	UND			
VALVULA DE DRENAJE 1-1/4"	AC	0	UND			
VALVULA DE PRUEBA 1"	AC	0	UND			
VALVULA MARIPOSA 4"	AC	1	UND			
VARILLA TIPO ESPARRAGO 3/8" X 3MT	AC	2	UND			

Anexo 3. Acta Corte de Obra

DAIMAR CONSTRUCCIONES		DAIMAR CONSTRUCCIONES SAS														CODIGO FO-E0-08							
ACTA DE CORTE DE OBRA																VERSIÓN FORMATO: 4							
PROYECTO:		P63 CONSULTA EXTERNA HOSPITAL FACATATIVA														FECHA DE CORTE		28/02/2020					
NOMBRE PROVEEDOR DE SERVICIO:		HIOSANITARIAS DJ S.A.S														CONTRATO:		P63 CO 04		ACTIVIDAD SUBCONTRATISTA:		MANDO DE OBRA PARA LA INSTALACION DE LAS REDES HIOSANITARIAS Y CONTRA INCENDIO, PARA LA CONSTRUCCION DEL EDIFICIO DE CONSULTA EXTERNA PARA LA ESE HOSPITAL SAN RAFAEL DE FACATATIVA.	
ITEM No		DESCRIPCION		UN	CANT.	V. UNITARIO	V. PARCIAL	CORTE No. 1		CORTE No. 2		CORTE No. 3		CORTE No. 4		CORTE No. 21		ACUMULADO					
								CANT.	V. PARCIAL	CANT.	V. PARCIAL	CANT.	V. PARCIAL										
11.4.1		SUMINISTRO E INSTALACION DE RED SANITARIA PVC-S 2"		ML	154,00	2.239,00	344.806																
11.4.2		SUMINISTRO E INSTALACION DE RED SANITARIA PVC-S 3"		ML	168,00	3.356,00	563.808							22,71	76.215	22,71	76.215						
11.4.3		SUMINISTRO E INSTALACION DE RED SANITARIA PVC-S 4"		ML	324,00	4.473,00	1.449.752							23,98	107.263	23,98	107.263						
11.4.7		SUMINISTRO E INSTALACION DE RED AGUAS LLUVIAS PVC 4"		ML	24,00	6.707,00	160.968							5,56	37.291	5,56	37.291						
11.3.1		SUMINISTRO E INSTALACION DE PUNTO HIDRAULICO PVC/P/PARAL 1/2"		UN	170,00	17.880,00	3.039.600							40,00	715.200	40,00	715.200						
11.2.9		SUMINISTRO E INSTALACION DE REGISTRO 1/2"		UN	36,00	6.261,00	225.396							20,00	125.220	20,00	125.220						
11.2.1		SUMINISTRO E INSTALACION DE RED SUMINISTRO PVC 1/2"		ML	354,00	1.614,00	571.356							99,46	160.528	99,46	160.528						
11.2.5		SUMINISTRO E INSTALACION DE RED SUMINISTRO PVC 2"		ML	114,00	2.686,00	306.204							19,70	52.914	19,70	52.914						
11.2.6		SUMINISTRO E INSTALACION DE RED SUMINISTRO PVC 2 1/2"		ML	48,00	3.401,00	163.248							38,00	129.238	38,00	129.238						
111.1.9		TUBERIA ACERO NEGRO RANURADA 1 1/2" SCH-40 (INCLUYE ACCESORIOS Y SOPORTES)		ML	250,00	8.495,00	2.123.750							50,28	427.129	50,28	427.129						
11.1.4		SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA ACERO NEGRO RANURADA 2-1/2" SCH-40 (INCLUYE ACCESORIOS Y SOPORTES)		ML	200,00	10.555,00	2.111.000							10,72	113.150	10,72	113.150						
11.1.3		SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA ACERO NEGRO RANURADA 2" SCH-40 (INCLUYE ACCESORIOS Y SOPORTES)		ML	220,00	9.656,00	2.124.320							19,20	185.395	19,20	185.395						
11.2.2		SUMINISTRO E INSTALACION DE RED SUMINISTRO PVC 3/4"		ML	174,00	1.614,00	280.836							34,50	55.683	34,50	55.683						
11.2.12		SUMINISTRO E INSTALACION DE REGISTRO 2"		UN	1,00	8.942,00	8.942							3,00	26.826	3,00	26.826						
11.2.13		SUMINISTRO E INSTALACION DE REGISTRO 2 1/2"		UN	1,00	10.729,00	10.729							4,00	42.916	4,00	42.916						
11.2.20		TUBERIA ACERO NEGRO RANURADA 1 1/4" SCH-40 (INCLUYE ACCESORIOS Y SOPORTES)		ML	77,44	8.000,00	619.520							39,21	313.680	39,21	313.680						
11.1.13		TUBERIA ACERO NEGRO RANURADA 3" SCH-40 (INCLUYE ACCESORIOS Y SOPORTES)		ML	55,29	11.000,00	608.190							3,00	33.000	3,00	33.000						
11.1.12		TUBERIA ACERO NEGRO RANURADA 4" SCH-40 (INCLUYE ACCESORIOS Y SOPORTES)		ML	141,40	15.000,00	2.121.000							75,70	1.135.500	75,70	1.135.500						
11.1.28		SOPORTE ANTISISMICO 4"		UN	12,00	40.000,00	480.000							11,00	440.000	11,00	440.000						
11.1.29		SOPORTE ANTISISMICO 3"		UN	8,00	40.000,00	320.000							5,00	200.000	5,00	200.000						
11.1.30		SOPORTE ANTISISMICO 2 1/2"		UN	7,00	40.000,00	280.000							4,00	160.000	4,00	160.000						
11.1.31		SOPORTE ANTISISMICO 2"		UN	9,00	40.000,00	360.000							9,00	360.000	9,00	360.000						
11.1.39		VALVULA CHEQUE CORRIHA 200 PSI Ø 4"		UN	5,00	100.000,00	500.000							5,00	500.000	5,00	500.000						
11.1.22		VALVULA MARIPOSA 200 PSI 4"		UN	5,00	100.000,00	500.000							5,00	500.000	5,00	500.000						
9.2.5		PRUEBA DE ESTANQUEIDAD EN RED SANITARIA		UN	20,00	15.000,00	300.000							20,00	300.000	20,00	300.000						
9.2.6		PRUEBA DE FLUIDO EN RED SANITARIA		UN	20,00	10.000,00	200.000							20,00	200.000	20,00	200.000						
11.1.3		PRUEBA HIDRAULICA EN RED DE SUMINISTRO		UN	8,00	25.000,00	200.000							8,00	200.000	8,00	200.000						
11.1.35		PRUEBA HIDROSTATICA EN RED CONTRA INCENDIO		UN	2,00	35.000,00	70.000							2,00	70.000	2,00	70.000						
11.2.18		SUMINISTRO E INSTALACION DE REGISTRO 3"		UN	1,00	12.000,00	12.000							1,00	12.000	1,00	12.000						

RESUMEN DE ANTICIPOS REALIZADOS			
No.	DESCRIPCION	VALOR	FECHA
	TOTAL ANTICIPOS	0,00	

TOTAL CORTE	\$ 45.134.280	\$ 5.715.933	\$ 2.067.915	\$ 2.330.000	\$ 3.397.217	\$ 6.808.853	\$ 183.461.682
ADMINISTRACION E IMPREVISTOS		\$ 571.598	\$ 206.791	\$ 238.000	\$ 339.722	\$ 680.885	\$ 18.346.168
UTILIDAD		\$ 571.598	\$ 206.791	\$ 238.000	\$ 339.722	\$ 680.885	\$ 18.346.168
IVA SOBRE LA UTILIDAD	19%	\$ 108.603	\$ 39.290	\$ 44.270	\$ 64.547	\$ 129.368	\$ 3.485.772
BASE RETENCION EN LA FUENTE, (Total Corte + Utilidad - Iva Sobre Utilidad)		\$ 6.859.119	\$ 2.481.497	\$ 2.796.000	\$ 4.076.661	\$ 8.170.623	\$ 220.154.018
TOTAL CORTE MAS ALU	\$ 45.134.280	\$ 6.967.722	\$ 2.520.787	\$ 2.840.270	\$ 4.141.208	\$ 8.299.991	\$ 223.639.790
AMORTIZACION DEL ANTICIPO	\$ 0,00	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
RETENCION EN LA FUENTE	2%	\$ 137.182	\$ 49.630	\$ 55.920	\$ 81.533	\$ 163.412	\$ 4.403.080
RETENCION DE ICA	0,69%	\$ 48.077	\$ 17.393	\$ 19.598	\$ 28.574	\$ 57.270	\$ 1.543.115
OTROS DESCUENTOS		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
NETO A PAGAR		\$ 6.782.463	\$ 2.453.764	\$ 2.764.752	\$ 4.031.101	\$ 8.079.309	\$ 217.693.595

DIRECTOR DE PROYECTO	DIRECTOR DE OBRA:	RESIDENTE DE OBRA:	PROVEEDOR DE SERVICIO:	DAIMAR CONSTRUCCIONES SAS.
ING. OSCAR CIERVO			HIOSANITARIAS DJ S.A.S	VoBo ING. CRISTIAN CARVAJAL
No CEDULA: 80.244.441			R.L. DAINER JOSE PADILLA MACHADO	
			No CEDULA: 1.050.064.647	

**Anexo 4. Formato Control de Herramienta Menor y Maquinaria**

		<b>CONTROL DE HERRAMIENTA MENOR Y MAQUINARIA</b>			CODIGO	FOR-001
					VERSION	VR. 01
					FECHA	FEBRERO 2020
EMPRESA	HIDROSANITARIAS DJ S.A.S.	DIRECCION	CARRERA 2 # 1 - 80	RESPONSABLE	John Moreno	
NIT	901.245.060-2	CIUDAD	FACATATIVA	C.C. RESPONSABLE	1.013.658.346.	
PROYECTO	P63 CONSULTA EXTERNA FACATATIVA	DEPARTAM.	CUNDINAMARCA	CARGO	Aux. Ingenieria	
FECHA	NOMBRE	CEDULA	ELEMENTO SALIENTE	CANTIDAD	ELEMENTO ENTRANTE	FIRMA
24-02-2020	Pablo Antonio Molina	19.371.613	Pala	1	Pala	[Signature]
			Marco Sequeta	1	Marco Sequeta	[Signature]
			Nivel	1	Nivel.	[Signature]
24-02-2020	Luis Fernando Padilla	1.050.066.731	Roscadora	1	Roscadora.	Luis Fernando Padilla
			llave tubo 14"	1	llave tubo 14"	Luis Fernando Padilla
24-02-2020	Elier Enrique Avila	1.002.996.348	Ranuradora	1	Ranuradora	[Signature]
			Ratchet	1	Ratchet.	[Signature]
25-02-2020	Ubardo Antonio Cajar	1030.573.613	Nivel	1	Nivel	Ubardo Cajar
			Marco Sequeta.	1	Marco Sequeta	[Signature]
25-02-2020	Pablo Antonio Molina	19.371.613	Maseto	1	Maseto.	[Signature]
			Puntero	1	Puntero	[Signature]
			Polidora 4"	1	Polidora 4"	[Signature]
25-02-2020	Elier Enrique Avila	1.002.996.348	Ranuradora	1	Ranuradora	[Signature]
			Roscadora.	1	Roscadores	[Signature]
			Ratchet.	1	Ratchet.	[Signature]
			llave tubo 14"	1	llave tubo 14"	[Signature]
26-02-2020	Luis Fernando Padilla	1.050.066.731	Roscadora	1	Roscadora.	Luis Fernando Padilla
			llave tubo 14"	1	llave tubo	Luis Fernando Padilla
			Ratchet.	1	Ratchet.	Luis Fernando Padilla
26-02-2020.	Elier Enrique Avila.	1.002.996.348	Ranuradora	1	Ranuradora.	[Signature]
			Taladro Percut.	1	taladro Percut.	[Signature]
			Taladro lamina	1	taladro lamina	[Signature]
26-02-2020	Pablo Antonio Molina.	19.371.613.	Pala.	1	Pala	[Signature]
			Nivel	1	Nivel.	[Signature]
			Maseto	1	Maseto	[Signature]
			Puntero.	1	Puntero.	[Signature]
			Marco Sequeta	1	Marco Sequeta.	[Signature]











## Anexo 10. Formato Desprendible de Pago Nomina

	<b>HIDROSANITARIAS DJ S.A.S.</b>			<b>CODIGO</b>	FOR-007
				<b>VERSION</b>	VR 1
				<b>FECHA</b>	ABRIL 2020
<b>VOLANTE DE PAGO</b> Desde 01/01/2020 a 15/01/2020					
Razón Social	HIDROSANITARIAS DJ S.A.S.	Código	901.245.060-2		
Nombre		Código			
Cédula		Centro Costo			
Cargo		Banco			
Cuenta No.		Salario			
Salud		Pensión			
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Devengado</b>	<b>Deducido</b>	<b>Beneficios</b>
0010	SALARIO ORDINARIO				
1310	SUBSIDIO DE TRANSPORTE				
2500	APORTE SALUD EGM				
2520	APORTES PENSION IVM				
0312	BONIFICACION POR MERA LIBERALIDAD				
1801	OTROS DEVENGOS				
<b>Total</b>			0	0	0
<b>FIRMA EMPLEADO:</b>				<b>Neto a pagar:</b>	0
Fecha Proceso: 15/01/2020					

	<b>HIDROSANITARIAS DJ S.A.S.</b>			<b>CODIGO</b>	FOR-007
				<b>VERSION</b>	VR 1
				<b>FECHA</b>	ABRIL 2020
<b>VOLANTE DE PAGO</b> Desde 16/01/2020 a 31/01/2020					
Razón Social	HIDROSANITARIAS DJ S.A.S.	Código	901.245.060-2		
Nombre		Código			
Cédula		Centro Costo			
Cargo		Banco			
Cuenta No.		Salario			
Salud		Pensión			
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Devengado</b>	<b>Deducido</b>	<b>Beneficios</b>
0010	SALARIO ORDINARIO				
1310	SUBSIDIO DE TRANSPORTE				
2500	APORTE SALUD EGM				
2520	APORTES PENSION IVM				
0312	BONIFICACION POR MERA LIBERALIDAD				
1801	OTROS DEVENGOS				
<b>Total</b>			0	0	0
<b>FIRMA EMPLEADO:</b>				<b>Neto a pagar:</b>	0
Fecha Proceso: 31/01/2020					

## Anexo 11. Formato Entrega de Dotación y EPP

		<b>ENTREGA DE DOTACIÓN Y EPP</b>						<b>CODIGO</b>	FOR-008
								<b>VERSION</b>	VR. 01
								<b>FECHA</b>	ABRIL 2020
<b>Fecha</b>					<b>Nombre</b>				
<b>Tipo:</b>	<input type="checkbox"/> Instalación	<input type="checkbox"/> Adicional	<input type="checkbox"/> Cambio	<input type="checkbox"/> Empleado	<input type="checkbox"/> Contratista	<b>De quien depende</b>			
<b>Ítem</b>	<b>Elementos que se entregan</b>				<b>EPP</b>	<b>DOTACION</b>	<b>TALLA</b>	<b>Riesgo</b>	<b>Cantidad</b>
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
Recibe capacitación de EPP's		<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO						
Entrega					Recibe				
Firma									

		<b>ENTREGA DE DOTACIÓN Y EPP</b>						<b>CODIGO</b>	FOR-008
								<b>VERSION</b>	VR. 01
								<b>FECHA</b>	ABRIL 2020
<b>Fecha</b>					<b>Nombre</b>				
<b>Tipo:</b>	<input type="checkbox"/> Instalación	<input type="checkbox"/> Adicional	<input type="checkbox"/> Cambio	<input type="checkbox"/> Empleado	<input type="checkbox"/> Contratista	<b>De quien depende</b>			
<b>Ítem</b>	<b>Elementos que se entregan</b>				<b>EPP</b>	<b>DOTACION</b>	<b>TALLA</b>	<b>Riesgo</b>	<b>Cantidad</b>
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
Recibe capacitación de EPP's		<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO						
Entrega					Recibe				
Firma									